



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

山地小流域における土砂の生産・流出について： 災害後の土砂流出の実態

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2022-06-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 綱本, 皓二, 木村, 正信, 武藤, 茂 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/5737

山地小流域における土砂の生産・流出について

— 災害後の土砂流出の実態 —

綱本皓二・木村正信・武藤 茂¹⁾

森林・緑地管理学講座

(1989年8月1日受理)

Sediment Yield and Discharge in Mountainous Small River Basin

— Actual condition of sediment discharge after
damage caused by sand and stone avalanches —

Koji TSUNAMOTO, Masanobu KIMURA and Shigeru MUTOU

Department of Forest Land Management

(Received August 1, 1989)

SUMMARY

To obtain fundamental data for disaster prevention countermeasure in mountainous small river basins, actual conditions of sediment yield and discharge in 19 rivers after disaster were investigated.

It was recognized that landslide occurrence ratio was low and of a scale that was small notwithstanding its being in a rainy district; but most debris arrived at the channel without stopping inside the forest, and sediment deposition was increased. Most check dams constructed after disaster were not filled up with sediment, and no large sediment discharge caused by rain has occurred since. With the stream length was large, the slope of the stream bed was small, and sediment deposition increased. In view of these result, it was inferred that sediment deposition was affected by the river itself, when the river basin was small and there was no difference in environment conditions.

Therefore, since these rivers tend to have extensive sediment deposition flowing down to outlets of valleys when it rained heavily, appropriate forest treatment must be carried out.

Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. (54) : 29—38, 1989.

要 約

山地小流域における防災対策の基礎的資料を得るため、土砂災害の発生した岐阜県奥美濃地方の19溪流を対象に選び、災害以後における土砂の生産、流出、堆積状態について検討を行った。

良好な森林地帯である本調査地域では、降雨の割に崩壊の発生率は低く、崩壊の規模も小さいが、崩土が林内に止まることは少なく、その大部分が河道にまで到達し、溪床堆積土砂を増大させていることが認められた。

災害後に設置されたダムの背後の堆砂状況をみると大部分が未満砂であり、昭56年災害後は大規模な土砂の移動が生じていないことが推定された。また、各溪流の溪床堆積土砂量に差がみられ、流路長が大き

1) 岐阜県林政部

く、溪床勾配が小さくなるにつれ、溪床堆積土砂量は増大する傾向が認められた。これらのことより、流域の規模が小さく、環境条件にあまり差が無い場合には、溪床堆積土砂量は溪流の勾配や長さ等の因子にもある程度影響を受けることが推定された。

したがって、本流域のように流路長が短かく、勾配の急な溪流においては、豪雨時に溪床堆積土砂が一気に谷の出口まで流下する危険性を有していることより、溪流への土砂の供給源となる林地に対して適切な施業を行い、溪床堆積土砂の増加を防ぐことが必要と考えられる。

結 言

国土の約7割が急峻な山地で占められているわが国においては、台風や集中豪雨等による土砂災害が数多く発生している。とくに、山麓部は自然条件的に危険性の高い土地であっても、居住地、交通路、農地として利用されているのが現状である。

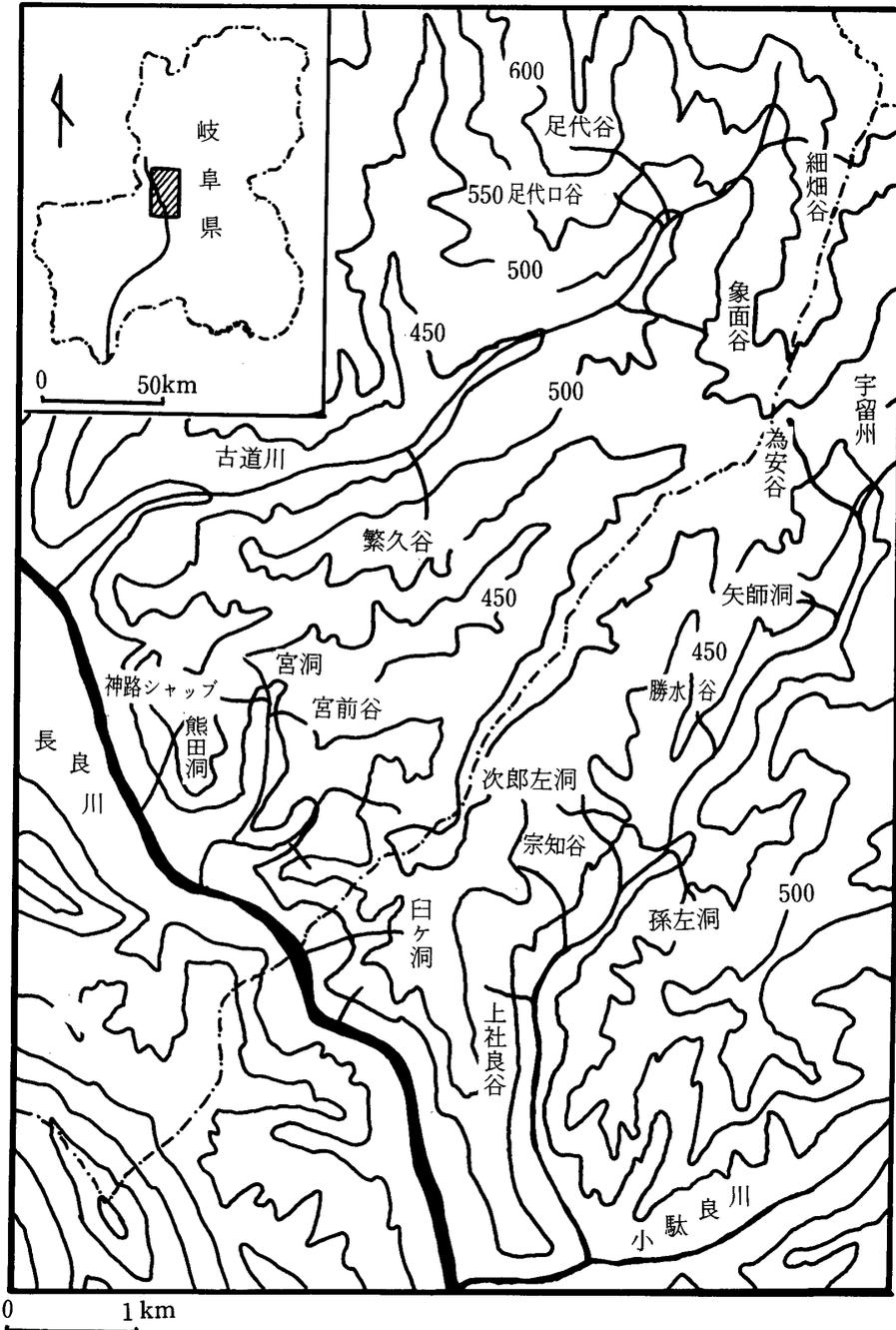
昭和56年7月岐阜県奥美濃地方を襲った集中豪雨は林地・溪流等に大きな被害をもたらした。このうち、大量の土砂の生産移動が認められた長良川流域の八幡町・大和町の溪流について調査した結果、土砂害の発生は山腹、溪岸崩壊によるものと、源流部の谷頭浸食及び溪床堆積物の二次浸食によるものと推定された¹⁾。もともと八幡町を中心とする郡上地方は昔より大雨による災害が多く発生しているが、近年では豪雨の割にその被害は小さく、これは森林の改良や治山工事の進んだためであると考えられている²⁾。本報告はこれまで優良林地とされ大きな災害の履歴の無かった山地小溪流19溪流を対象に選び、被災後の土砂の生産・流出・堆積状態について調査・検討を行ったものである。

調査地の概要及び調査方法

調査地域は図一1に示すように岐阜県郡上郡の中央に位置し、大日岳を源として南東に流れる長良川を本流に、大和町の古道川流域と八幡町の小駄良川流域に含まれる地域である。山地の地形は急峻で、僅かに長良川沿い及びその支流沿いに谷底平野がみられる程度で平地は少ない。溪流は流路長が短い割に標高差が大きいため急勾配のものがほとんどで基底流量は少ない。地質は古生代のチャート、粘板岩、砂岩と新期安山岩類が大部分を占めており、安山岩類は標高500m以上の流域に、古生層は中流部から下流部にかけて分布している。気象はおおむね太平洋型の気候に属し、年降水量は2,800mm内外で日本の中でも多雨地域にはいる。表一1に災害後（昭和56年～昭和61年）の降雨状況を示す。

表一1 災害後の降雨状況

月 年	昭和56年	昭和57年	昭和58年	昭和59年	昭和60年	昭和61年
1	122	62	58	67	45	33
2	111	45	76	123	156	47
3	179	221	243	85	262	160
4	256	176	346	180	241	216
5	166	189	321	161	330	215
6	326	211	258	361	450	351
7	448	323	772	202	442	458
8	460	539	214	159	155	64
9	274	351	427	161	380	130
10	208	37	225	96	172	80
11	92	283	75	118	144	46
12	31	40	58	87	69	145
合 計	2673	2477	3073	1800	2848	1945



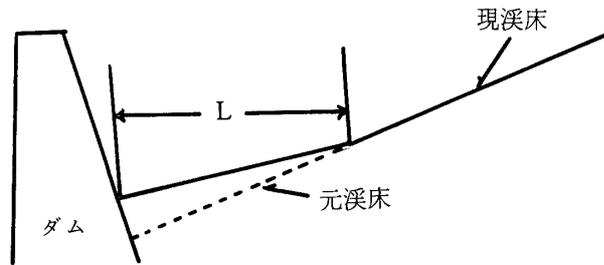
図一 調査地概要図

森林はクリ、ナラ等の多い広葉樹林とスギ、ヒノキ、アカマツ等の針葉樹林であるが、近年の人工造林の拡大により、広葉樹、アカマツ林は減少し、スギ、ヒノキの造林地が増大し、人工林率は約70%と高く県下でも有数の林業地帯である。溪流の最下流部すなわち谷の出口には治山、砂防ダムが設置されており、これに近接して民家、農地、道路が存在している。これらのダムの堆砂状況をみると、昭和56年の災害後に設置されたもののほとんどが未満砂の状態にあり、調査対象19溪流の場合も同様である。なお、19溪流のダムの設置位置を示すと図-2のようである。

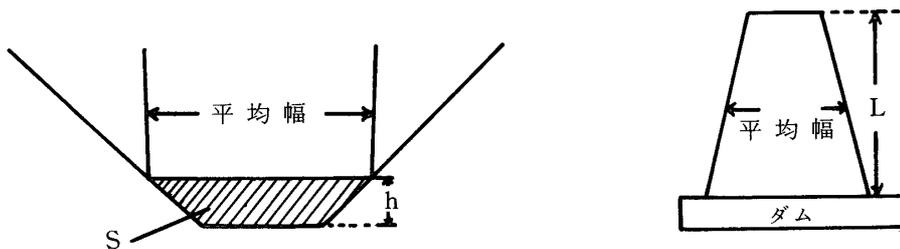
本報告の解析に用いた流出土砂量（ダム背後の堆積土砂量）及び溪床堆積土砂量は次の方法により求めた。各溪流ごとにコンパスにより測線を定めて、さらに縦横断測量を行い、図-3に示すように、ダム背後の現縦断勾配とダム設置時の元溪床勾配とから堆砂長と堆砂深を測定し、次いで堆砂区間内の数本の横



図一 2 ダム設置位置

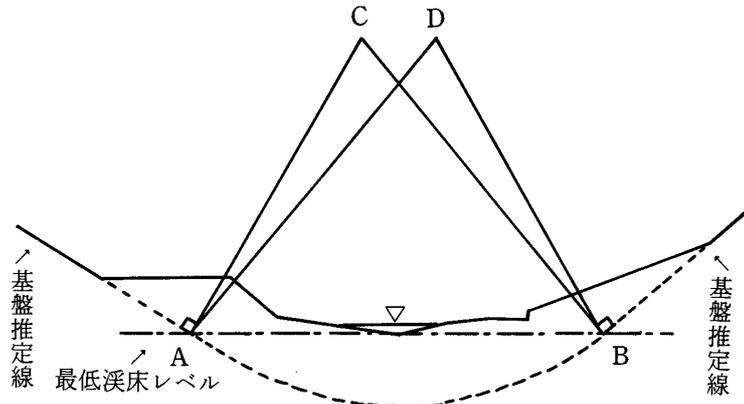


$V = L \times S$
 V : 流出土砂量 (m³)
 L : 推砂長 (m)
 S : 堆砂区間の平均幅となる部分の断面積 (m²)
 h : 堆砂深 (m)



図一 3 流出土砂量の推定

断面線上の堆砂幅の平均を求め、その幅に相当する地点の堆砂深とから断面を描き、これに堆砂長を乗じて流出土砂量を算出した。溪床堆積土砂量は図一4に示すように、横断面図より兩岸の傾斜線を基盤の推定線とし、最低溪床レベルとの交点A、Bに垂線をたて交点Cをを求める。次いでA点よりBC、B点よりACの長さで切り合いD点を求め、AC、BDを半径として円を描き、これより堆積土砂の断面を推定した。このようにして求めた断面の区間ごとの平均断面積に区間距離を乗じて溪床堆積土砂量とした。



図一4 溪床堆積土砂断面の推定

調査結果及び考察

1. 崩壊による土砂の生産

一般に山地小流域において、溪流に供給される土砂は林地内からの表面浸食によるもの、山腹面の崩壊や溪岸、谷頭崩壊によるもの、あるいは河道そのものの浸食によるものと考えられる。そこで、昭和59年撮影の空中写真及び現地調査により、19流域の山地の崩壊状況について調べてみた、その結果は表一2に示す。

崩壊地数は37。崩壊地面積合計は0.5275haで崩壊率は0.22%と小さい、なお、昭和56年災害時の崩壊地数は42で5ヶ所減少しているが、足代谷の1部を除き、他は何れも災害時に発生したものである。また、個々の崩壊地面積は714.1m²~3.8m²で分布しており、1ヶ所当り崩壊面積は141.5m²と小規模である。崩壊深は0.3m~1.5mの範囲にあり、平均で0.6mと浅く、大部分が溪流に沿って分布する平面型表層崩壊に属する。いま、崩壊面積と崩壊深より、これら崩壊地からの全生産土砂量を計算すると約4,359m³となり少ない。したがって、溪床堆積土砂の大部分かなり長期間にわたって蓄積されたものと考えられる。さらに、崩壊をその発生位置により谷頭、溪岸、山腹崩壊に分けて検討してみると表一3のごとくなる。

これによると、山腹崩壊19ヶ所、溪岸崩壊9ヶ所、谷頭崩壊9ヶ所となる。しかし、崩土が林地内の山腹面にとどまっていたのは7ヶ所で、他は何れも溪床まで流下していることよりみて、本調査地のような優良林地であっても、山腹斜面が急勾配の場合には、山腹面で生産された土砂の大部分は直ちに溪流に供給されて不安定な溪床堆積土となり、谷頭崩壊等による土砂と共に、豪雨時には容易に下流へと流出されることが推察される。

2. 流出土砂量（ダム背後の堆積土砂量）

八幡山林事業所の資料によれば、八幡町、大和町管内の流域において昭和56年災害後設置された治山ダムは約100基におよんでいるが、ほとんどが未満砂の状態にあり上流からの流出土砂の少ないことがうかがわれる。小出³⁾はこれまでの山地災害の経験を総括して「一度山崩れや土石流が発生するとその山地には当分の間同じような災害現象は起こらない」とし、これを山地災害の免疫性とよんでいる。そこで被災19溪流がその後安定した状態を保っているのか、あるいは谷によっては相当量の土砂の流出が続いているのか、前述の方法により災害後2~5年間のダム背後の堆積土砂量を算出し表一4に示した。

流出土砂量は各溪流によってかなりの差がみられるが、表一1にみられるように昭和56年災害後同じような降雨状況があったにもかかわらず全般的に比較的小さい値を示している。現地における溪床の詳細な

表-2 山腹の崩壊状況

番号	溪流名	崩壊長(m)	崩壊幅(m)	崩壊面積(m ²)	崩壊深(m)	崩壊土砂量(m ³)	傾斜角(°)
1	細畑谷	30.0	10.0	300.0	0.6	180.0	35
2	足代谷	17.8	6.2	110.4	0.8	88.3	42
3		6.2	10.6	65.7	0.6	39.4	35
4		31.0	18.8	582.8	1.5	874.2	38
5		13.7	11.8	161.7	0.8	129.4	41
6		2.4	1.6	3.8	0.3	1.2	45
7		11.0	3.5	38.5	0.5	19.3	40
8		15.6	9.6	150.0	0.4	60.0	37
9		37.0	19.3	714.1	0.8	571.3	40
10		12.5	3.9	48.8	0.5	24.4	42
11		足代口谷	16.0	3.5	56.0	0.4	22.4
12	7.1		2.0	14.2	0.6	8.5	40
13	13.0		3.8	49.2	0.8	39.4	35
14	12.0		5.8	69.6	0.5	34.8	40
15	16.8		11.0	184.8	0.6	110.9	45
16	象面谷	20.5	1.5	30.8	0.3	9.2	35
17		25.4	18.6	472.4	1.2	566.9	35
18	繁久谷	14.5	4.3	62.4	0.4	25.0	45
19		12.0	5.0	60.0	0.5	30.0	45
20		8.5	4.3	36.6	0.3	11.0	40
21		19.4	9.4	182.4	0.7	127.7	25
22		34.2	12.8	437.8	0.8	350.2	24
23		宮洞	12.7	6.3	80.0	0.8	64.0
24	神路シャップ	6.4	3.1	19.8	0.6	11.9	35
25		6.5	3.5	22.8	0.4	9.1	45
26		13.5	17.6	237.6	0.7	166.3	40
27	熊田洞	19.0	13.0	247.0	0.6	148.2	40
28		25.0	8.3	207.5	1.2	249.0	49
29	白ヶ洞	16.0	5.6	89.6	1.0	89.6	33
30		12.6	6.7	84.4	0.7	59.1	35
31		12.0	3.0	36.0	0.8	28.8	36
32	樋ヶ洞	17.4	3.0	52.2	0.6	31.3	34
33		12.0	5.0	60.0	0.3	18.0	37
34	宗知谷	18.5	3.1	57.4	0.4	23.0	37
35	次郎左洞	22.0	7.3	160.6	0.5	80.3	35
36	孫左洞	13.5	3.0	40.5	0.4	16.2	42
37	勝水谷	7.3	6.6	48.2	0.8	38.5	35
平均		16.0	7.4	141.5	0.6	117.8	38

表-3 崩壊発生位置別の崩壊状況

		全崩壊	谷頭崩壊	溪岸崩壊	山腹崩壊	
					溪床に達しないもの	溪床に達するもの
崩壊面積 (m ²)		5275	1156	1323	403	2393
崩壊数		37	9	9	7	12
崩壊深 (m)		0.3~1.5	0.3~1.2	0.3~1.2	0.3~0.8	0.4~1.5
崩壊土砂量 (m ³)		4357	955	1113	202	2087
一ヶ所 あたりの	崩壊面積 (m ²)	143	128	147	58	199
	崩壊深 (m)	0.64	0.83	0.63	0.53	0.87
	崩壊土砂量 (m ³)	118	106	124	29	174

表-4 災害後の流出土砂量

	集水面積 A (ha)	流出土砂量 V (m ³)	ダム設置後 経過年数 Y (年)	年流出土 砂量 V/A/Y
細畑谷	4.91	50	2	5
足代谷	7.47	1700	5	46
足代口谷	3.47	440	5	28
象面谷	15.80	230	5	3
繁久谷	6.20	410	5	13
宮洞	4.10	230	2	28
宮前谷	2.70	300	5	22
神路シャップ	6.50	260	2	20
熊田洞	5.98	270	2	23
白ヶ洞	4.47	20	3	1
樋ヶ洞	1.37	10	4	2
宇留州	1.52	110	5	14
為安谷	12.14	1240	5	20
矢師洞	3.00	540	5	36
勝水谷	1.91	30	2	8
孫左洞	4.90	640	5	26
次郎左洞	5.57	1000	5	36
宗知谷	23.50	1060	5	9
上社良谷 平均	20.10 7.12	700 486	5 —	7 18

観察結果からみても、ごく一部の谷を除けば、ダム背後まで流出してきた土砂の供給源は上・中流部の溪床堆積土であり、これらが降雨時に少量づつ下流へと流出したものであることが認められた。このことよりみて、一度豪雨による土砂災害の発生した谷においては、その後当分の間（期間年数については分らない）大規模な土砂の流出はなく安定した状態を保つことが推定された。なお、足代谷が他の溪流に比べて異常に大きな値を示したのは、以前の災害時の溪床残留土量が多かったことと、ダム直上流部に新たに大きな溪岸崩壊が発生しており、これが著しい土砂の生産源となっているためと思われる。

3. 溪床堆積土砂量

先に述べたごとく、昭和56年の土砂災害の発生は山腹・溪岸の崩壊のみならず溪床堆積物の二次浸食によるものと推定されていることより、災害発生後5年を経過した時点での各溪流の溪床堆積土砂量を調べてみた。ここで言う溪床堆積土砂とは溪岸と溪床が基岩で形づくられた中に堆積している土砂を意味し、最下流部ダム設置点より溪流の最上流地点に至る区間に堆積している土砂の総量でダム背後の堆積量を含んだものである。（なお、ダム背後の堆積土砂量は全流路にわたる溪床堆積土に比べ非常に小さく、また、ダムの設置位置の点からみてもダムによる影響はないと考えてよい。）

表一5よりみると、溪床堆積土砂量はそれぞれの溪流の立地条件や昭和56年災害の被害程度の違いを反映し、最大8,031m³（宗知谷）から最小114m³（白ヶ洞）というように各溪流で著しい違いを示している。これらの違いについて、各溪流の地形条件や植生条件にあまり差が無いことより、流路長、集水面積、溪床勾配等の溪流に関する因子との関係から検討してみた。

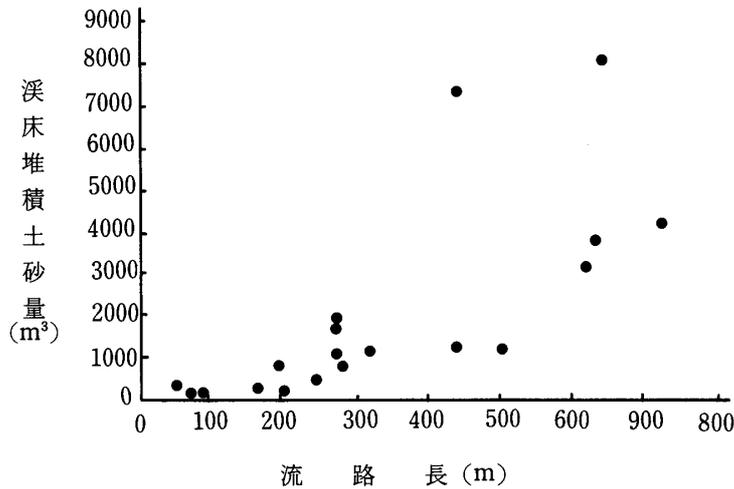
表一5 各溪流の溪床堆積土砂量

	集水面積 (ha)	溪床勾配 (%)	流路長 (m)	溪床堆積 土砂量 (m ³)	流路10mあたり の堆積土砂量 (m ³ /10m)
細畑谷	4.91	22.9	162.9	215	13.2
足代谷	7.47	26.6	442.1	7219	163.3
足代口谷	3.47	37.6	283.8	777	27.4
象面谷	15.80	20.3	720.4	4154	57.7
繁久谷	6.20	32.7	504.3	1260	25.0
宮洞	4.10	39.9	198.1	797	40.2
宮前谷	2.70	30.2	437.7	1234	28.2
神路シャップ	6.50	41.6	246.1	463	18.8
熊田洞	5.98	39.5	278.0	1088	39.1
白ヶ洞	4.47	47.6	203.8	115	5.6
樋ヶ洞	1.37	49.4	88.4	114	12.9
宇留州	1.52	65.0	72.7	120	16.5
為安谷	12.14	24.3	620.1	3207	51.7
矢師洞	3.00	30.8	273.5	1870	68.4
勝水谷	1.91	50.2	52.1	306	58.8
孫左洞	4.90	27.5	315.8	1111	35.2
次郎左洞	5.57	22.7	274.6	1700	61.9
宗知谷	23.50	13.1	644.7	8031	124.6
上社良谷	20.10	19.3	633.8	3784	59.7
平均	7.12	33.7	339.6	1977	47.8

(1) 流路長と溪床堆積土砂量

一般に流路長が長くなればそれだけ土砂の堆積する場所や機会が増え、溪床の堆積土砂量は当然多くなることが考えられる。勿論、堆積に関与する因子はこのほか谷幅、屈曲度、勾配等、また、ダム設置数など多くあるが、ここでは先づ単純に流路長との関係を調べてみた。

図から明らかなように、一部の谷を除けば、流路長が長くなるにつれ溪床堆積土砂量は増加する傾向が認められた。



図一 5 流路長と溪床堆積土砂量との関係

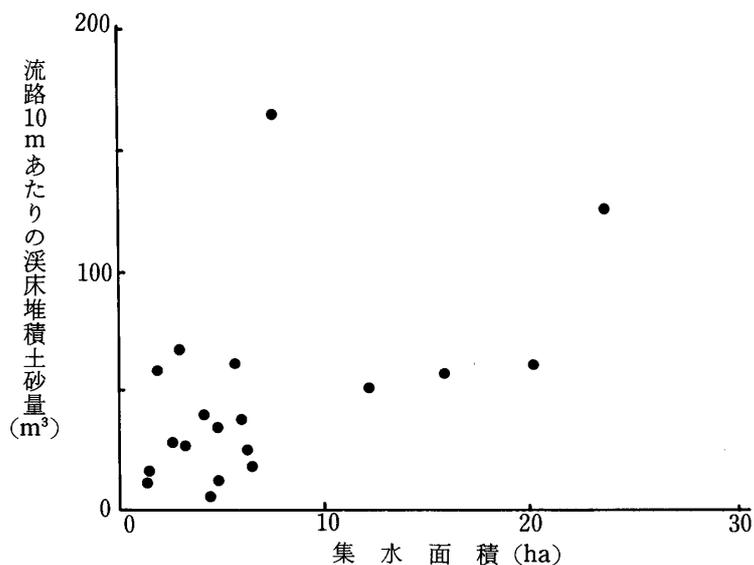
(2) 集水面積と溪床堆積土砂量

流路長に比例して集水面積が必ずしも大きくなるとは限らないが、一応流路長の影響を除くため10m当りの溪床堆積土砂量を求め集水面積との関係をみると図一6のようになる。

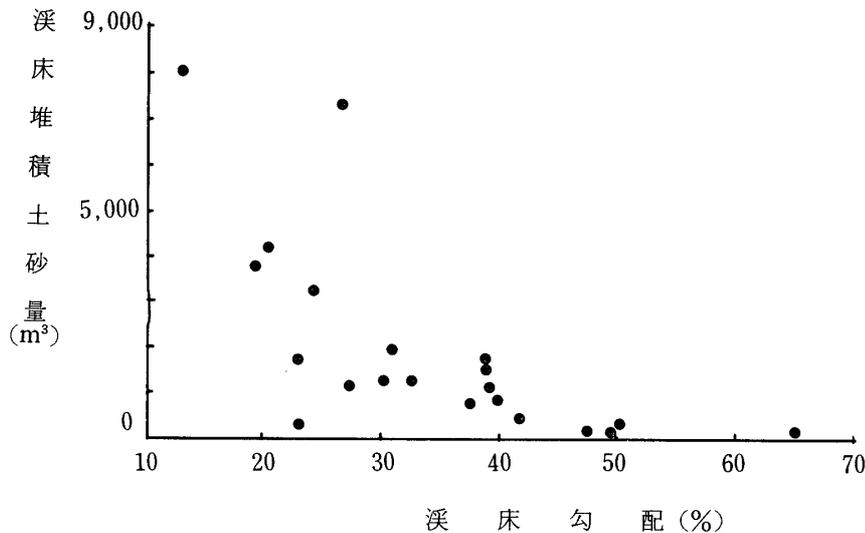
集水面積が5 ha前後に集中していることもあり、集水面積の増大につれ堆積土砂量は増加する傾向は認められない。

(3) 溪床勾配と溪床堆積土砂量

溪床勾配と堆積土砂量との関係は図一7に示すように、溪床勾配が増加するにつれ、溪床堆積土砂量は減少する傾向が認められた。本調査流域のように全域が森林で占められ、崩壊地も少なく、山腹面よりの土砂の供給の少ない急勾配溪流では、最下流部のダムが満砂の状態になっていない限り、全流路にわたっ



図一 6 集水面積と流路10mあたりの溪床堆積土砂量との関係



図一七 溪床勾配と溪床堆積土砂量との関係

て堆積する土砂量は当然少なく、とくに、土砂災害発生後の溪流においては、この傾向は顕著にあらわれるものと推定される。

以上長良川流域の被災19渓流域の土砂の生産・流出・堆積について検討してきたが、本地域のように、流路長が短かく、勾配の急な溪流においては、昭和56年災害にみられたように、豪雨時に溪床上の厚い堆積土砂が一気に谷の出口まで流下する危険性を有しているが、一度災害を受けた渓流域では、周囲の環境を大きく変化させない限り当分の間安定を保つことが推定された。したがって、流域の森林を良好な状態に保つことは勿論であるが、谷の性質を十分考慮し、堆積土砂の増大している区間には適切な溪間工によって河道の固定化を図ることも予防治山上必要なことと思われる。

謝 辞

本研究にあたり、貴重な資料の提供ならびに現地調査に際し多大の協力を戴いた岐阜県八幡山林事業所の各位に深く感謝申し上げる。

文 献

- 1) 綱本皓二：豪雨による林地崩壊と土砂の流出形態について—昭和56年奥美濃災害の一事例—。自然災害特別研究成果：135-139, 1983.
- 2) 秋谷孝一：岐阜県奥美濃地方の豪雨災害について，治山，27(4)：101～104, 1982.
- 3) 野口陽一他：“砂防工学”東京：朝倉書店，66, 1966.