

はじめに

土砂生産・流出の場である山地河川においては、斜面・河床流路形態が極めて複雑であり、さらにこれらが多様な時間空間スケールで変動するため、土砂生産・流出の実態把握は容易ではない。筆者らは、豊平川上流薄別川左支小川(流域面積10.8km²、主流路長7.0km)において土砂移動実態の調査・観測を行ってきた。今回はとくに下流部に詳細調査区間(1.5km)を設定し、1985年9月1日の出水(日降水量94mm、最大時間雨量23mm、ピーク流量12.2m³/s、以下'85.9月出水)における斜面・河床微地形の変動実態ならびに移動材料を調査し、若干の検討を行ったので、ここに報告する。

1 '85.9月出水による斜面変動

小川流域においては、源頭部に過去の大規模地すべりの滑落崖が存在し、これに由来する大量の地すべり土塊が河道の兩岸斜面に約5km区間にわたって堆積している。調査区間の河岸部には15ヶ所の地すべり性崩壊地が形成されており、崩壊地の傾斜、斜面長、幅、面積、崩壊深の平均はそれぞれ37°、19m、34m、460m²、1.4m、崩壊面積に占める裸地面積の割合は平均65%となっていた。今回の出水時に観察された斜面変動は以下の四つであった(図-1)。

斜面崩落：斜面崩落は上部崩落崖の新規崩落によるもので、崩落土砂は斜面上部～中部において停止・堆積していた(最大堆積厚：10.7cm、堆積区間長：10～13m)。

表面侵食：斜面中部～下部においては表面侵食(深：0.4～1.0cm、侵食区間長：6～14m)が発生しており、侵食土砂量は約30m³と推定された。また、これら表面侵食による生産土砂の粒径は侵食痕跡(土柱)の観察より、1cm以下と判断された。

クリープ変動：杭間距離の変動から測定されたクリープ変動量は0.2～0.3cmであり、これは顕著な出水が見られなかった夏期の変動量と同程度の値を示した。一方、過去3年間に測定された融雪期のクリープ変動量は夏期の約3倍の値となっていた(表-1)。

崩積土末端の河岸洗掘：崩壊地下部においては、崩積土末端の流水側方洗掘が8ヶ所の崩壊地で認められ(洗掘深：最大3.8m、平均1.5m、洗掘区間長：10～44m、合計約170m、洗掘土砂量：約260m³)、斜面からの土砂生産の大半はこの崩積土末端部の洗掘・流失によるものである。洗掘箇所はいずれも流路屈曲部となっており、流路と15°以上の角度で接する崩壊地において認められたが、崩積土末端部に大礫、流木の堆積による抵抗部が形成されている場合には洗掘は認められなかった(図-2)。

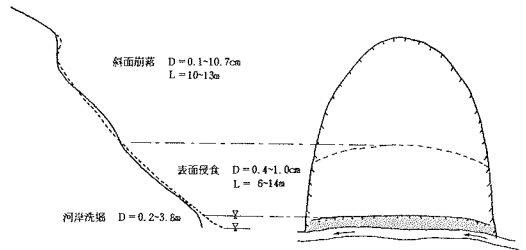


図-1 '85.9月出水による斜面変動

表-1 クリープ変動量('82.9～'85.9)

Measurement Period	I '82.9-'83.5		II '83.5-'84.6		III '84.6-'84.11		IV '84.11-'85.6		V '85.6-'85.9	
	0.9 (1.6)	0.3 (1.5)	1.4 (4.3)	0.3 (0.7)	0.1 (0.3)	0.7 (1.7)	0.4 (1.7)	0.2 (0.7)	0.4 (0.2)	0.2 (0.4)
A-1	0.9 (3.3)	0.3 (1.5)	1.4 (4.3)	0.3 (0.7)	0.1 (0.3)	0.7 (1.7)	0.4 (1.7)	0.2 (0.7)	0.4 (0.2)	0.2 (0.4)
A-2	2.2 (9.5)	1.0 (1.4)	1.0 (0.6)	0.2 (0.2)	0.2 (0.2)	0.4 (1.7)	0.4 (1.7)	0.1 (0.2)	0.1 (0.2)	0.1 (0.2)
A-3	0.7 (2.1)	0.7 (2.0)	0.7 (0.2)	0.9 (0.2)	0.5 (1.1)	0.5 (1.1)	0.5 (1.1)	0.2 (0.4)	0.2 (0.4)	0.2 (0.4)
A-4	0.7 (2.1)	0.7 (2.0)	0.7 (0.2)	0.9 (0.2)	0.5 (1.1)	0.5 (1.1)	0.5 (1.1)	0.2 (0.4)	0.2 (0.4)	0.2 (0.4)
B	--	--	--	--	--	--	--	--	0.2 (0.4)	0.2 (0.4)
C	--	--	--	--	--	--	--	--	0.2 (0.2)	0.2 (0.2)
D	--	--	--	--	--	--	--	--	0.3 (0.6)	0.3 (0.6)

単位：cm 上段：平均値 下段：最大値

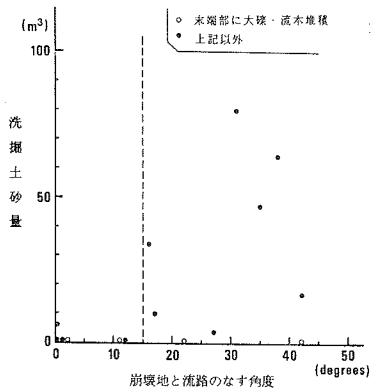


図-2 崩壊地と流路の位置関係と河岸洗掘土砂量

2 '85.9月出水による河床変動

河床変動状況は洪水流下幅とほぼ対応し、洗掘・堆積発生地点はいずれも拡幅部に相当していた(図-3)。最も変動が著しかった1200m地点付近は、洪水流下幅が最大で緩勾配区間であり、上流からの流入土砂が流路内に堆積・埋塞し、側方の堆積地が洗掘を受けて新流路が形成されていた。堆積土砂の粒径は d_{max} :38.5cm、 d_m :6.5cmとなっており、今回の出水による河床移動土砂は区間内の河床土砂(d_{max} :150cm、 d_m :40cm)に比べ細粒であった。また、調査区間内の総堆積土砂量は約340 m^3 、総洗掘土砂量は約790 m^3 であり、さらに区間上流からの流入土砂量(不明)を考慮すると、約450 m^3 以上の土砂が区間下流へ流出したものと推測された。

3 土砂の移動様式と粒径

3.1 微細土の移動

小川流域における微細土(0.1mm以下)の生産様式は、地すべり性崩壊裸地斜面の表面侵食、崩積土末端の河岸洗掘、河床内堆積土砂の洗掘などがあげられる。このうち微細土の比率では、表面侵食(14%)が崩積土末端洗掘(6%)に比べて多いが、生産土砂量からみると後者の方が多く、全体の約80%を占めている(表-2)。また、これらに比べ河床内堆積土砂の洗掘によるものは非常に少ないと考えられる。'85.9月出水による小川流域全体の微細土生産土砂量は約170tと想定されたが、この値は出水中に測定された洪水のウォッシュロード含有量330t(平均濃度1460mg/l)とオーダー的に近似していた。

3.2 砂礫の移動

砂礫(0.1mm~200mm)の生産は、斜面においては表面侵食量の86%(27 m^3)、崩積土末端洗掘量の94%(246 m^3)を占めていたが、さらに河床内洗掘土砂のうち砂礫分は94%(426 m^3)と大半を占めていた。これら斜面から生産された砂礫273 m^3 は、浮遊・掃流砂成分として河道内に与えられ、河床洗掘土砂795 m^3 とともに一部は調査区間内に堆積(342 m^3)した。

3.3 大礫の移動

ここでは大礫を200mm以上とした。斜面からの大礫の生産は今回は認められず、新たな斜面崩壊や地すべり発生など大量の不安定土砂が河道内に供給される大規模移動時に行なわれるものと考えられる。従って、今回の出水による大礫移動量は河床洗掘土砂量795 m^3 の約6%(48 m^3)程度と想定されるが、これらは調査区間下流端を通過した痕跡が認められなかったことから、大礫の移動距離は極めて短いものと推測される。

おわりに

流域内における土砂生産は、斜面および河床においてそれぞれ複雑な構成材料が多様な移動様式を伴って発生している。今回は小規模出水に伴う土砂生産の事例を報告したが、観察された各現象の規模・頻度に関する歴史的評価は今後の課題である。

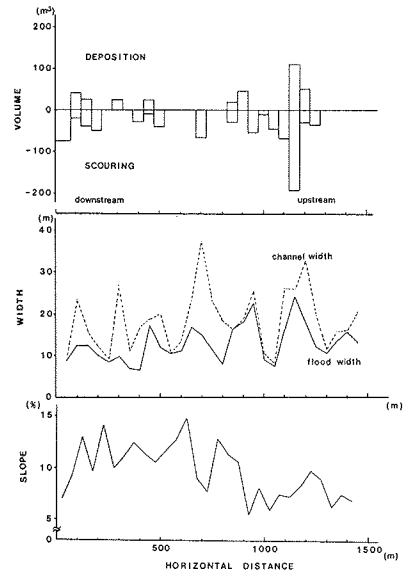


図-3 '85.9月出水による河床変動状況

表-2 土砂の移動様式と粒径('85.9月出水、小川)

	移動様式	土砂量	粒径別土砂量 (m^3)					
			0.1mm	2.0mm	10mm	20mm	200mm	400mm
斜面	斜面上部 崩落	3.0 m^3	4.4 (14%)	15.3 (49%)	11.5 (37%)			
	斜面中部 表面侵食							
	斜面下部 クリープ							
河岸	斜面末端部 流水洗掘	2.6 m^3	15.7 (6%)	199.1 (76%)	39.3 (15%)	7.9 (3%)		
	河床変動 堆積・洗掘	4.5 m^3		104.2 (23%)	321.6 (71%)	27.2 (6%)		
河床	堆積移動 堆積	3.4 m^3						
	大礫移動 洗掘	7.9 m^3						
生産土砂量 (調査区間)	(掃流・浮遊)	7.5 m^3	※20.1	369.4	329.5	27.2		
95-910-1	浮遊	3.3 m^3						

※ 全区間: 9.3・8 m^3 (7 km/1.5 km)