

はじめに

御岳崩壊の崩壊土砂量および王滝川への堆積土砂量については、一ヶ月後に、おのおの3600万 $m^3$ \*<sup>1</sup>および2100万 $m^3$ \*<sup>2</sup>と算定、公表されていたが、両者の差量1500万 $m^3$ の存否や、流下途中の剝蝕侵食土砂量については、同じレベルでの公表はなされていなかった。本年1月下旬、長野営林局の木曾谷経営計画区王滝事業区基本図および長野県西部地震災害平面図（濁川地区）の現象前、後の1/5000地形図（等高線10m）〔ここで利用する新、旧両図は相対標定、等高線の描画はかならずしも同じレベルではないので、一部に厳密さに欠ける点はいなめない〕を入手することができたので、土砂動態現象の全体像を把握することに焦点を置いて検討したのでその知見を報告する。

### 1. 計測方法など

1) 横断測線は、王滝川では流心部で200mごとに、濁川、伝上川では100mごとに設定した。

2) 崩壊源頭部から王滝川の水ヶ瀬狭窄部までの新、旧の縦断面は図-1のようになる。この図では侵食、堆積状況を明瞭にするため、標高

(縦軸)と距離(横軸)との縮尺比を5:1(5倍)とし、河床の距離100mごとの標高をプロットして、中間の等高線の変化を考慮しつつ連結した。距離の基点は柳ヶ瀬狭窄部とした。河床部は図化時に直視できる点を考えると、山腹の森林部分よりかなり良好な精度で新旧の状況が示されており、図-1にも不自然なところは見られない。

3) 横断面は縦軸、横軸を同縮尺とした。図-2aには王滝川の餓鬼ヶ咽から上流の河床距離200mごとの横断面を、図-2b, 2cには濁川、伝上川の500mごとの横断面の一部をまとめて示した。横断位置によって

は兩岸の山腹森林部分に新旧の等高線にズレがあり、不自然な変化が示されるセクションもあって、信頼性が劣るため侵食土砂量の直接的な算定は行わないことにした。

### II. 結果と考察

1) 図-1から読取れる土砂動態にかかわる事項を列挙する。

i) 旧河床は餓鬼ヶ咽および柳ヶ瀬の両狭窄部が勾配変換点になっていて、濁川、伝上川部分では局所的な勾配急変部(滝など)もほとんど見られず、全体になめらか(スムーズ)な縦断面となっている。

ii) 新河床は餓鬼ヶ咽、柳ヶ瀬のほか、濁川下流部で2ヶ所(1.3km, 2.0km地点)の堆積地点が現れたほか、伝上川では伝上大滝をはじめ局所的な勾配急変部が数ヶ所出現し、成層性を示す溶岩層によって元来

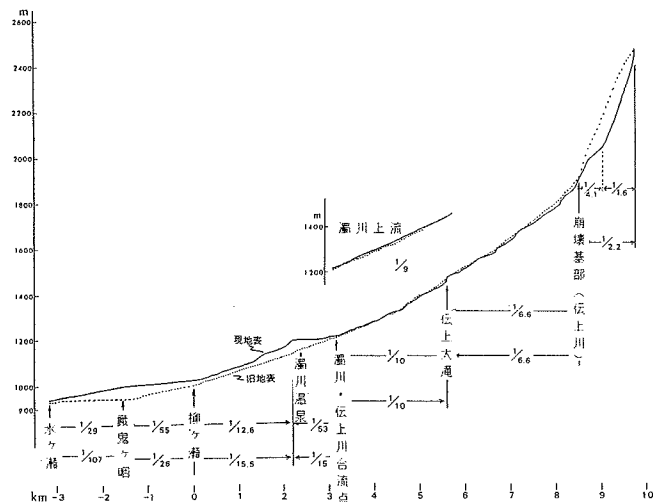


図-1 土石流流下前後の河床縦断面

\* 1 国土地理院、営林業土木コンサルタンツほか

\* 2 長野県土木部ほか

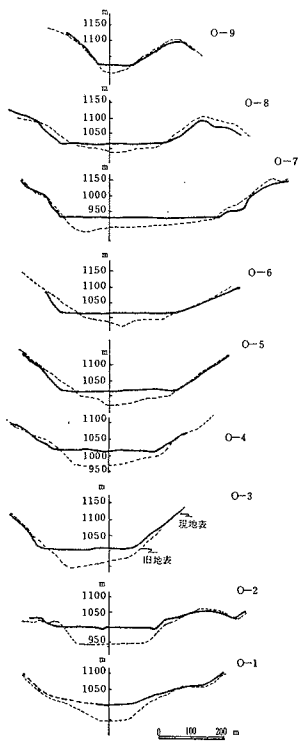


図-2a 王滝川の河床横断面

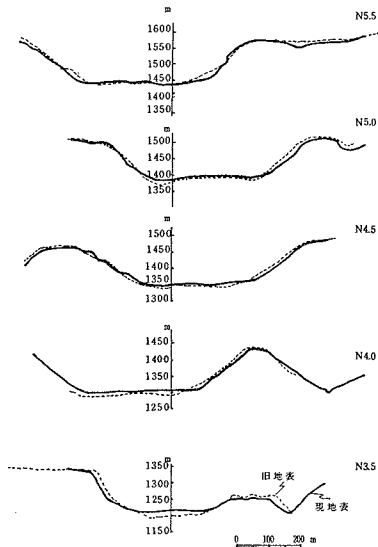


図-2b 濁川上流の河床横断面

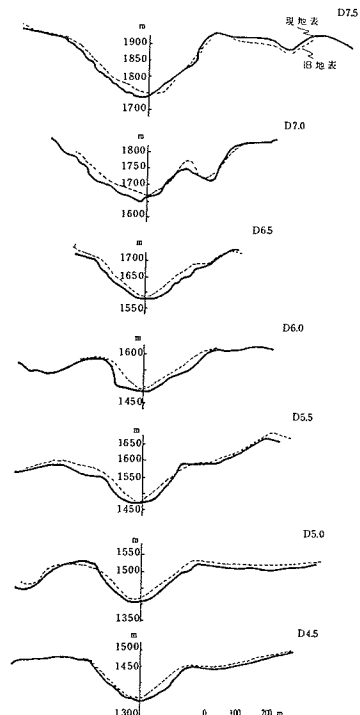


図-2c 伝上川の河床横断面

の河床が構成されている状況が明らかである。また、崩壊基部から濁川・伝上用合流点までの約5kmは、一般的には土石流の堆積区域に相当する勾配（ $8.6^\circ$  (1/6.6)、 $5.7^\circ$  (1/10)で $10^\circ$  (1/5.7)より緩い）であるが、侵食、流下区間になっており、大きな特徴になっている。

iii) 伝上大滝付近より上流(4.3~8.5 km)では、河床部で平均厚7.6mの堆積土砂<sup>\*3</sup>が侵食されており、その土量は河床部の平均幅を50mとすれば160万 $m^3$ (平均幅60mならば190万 $m^3$ )と算定される。

iv) 王滝川の餓鬼ヶ咽より上流の土砂堆積勾配は元河床1/26( $2.2^\circ$ )の約1/2の1/55( $1^\circ$ )となっていて、砂防ダムの洪水時の堆砂勾配と同様の状況を示しており餓鬼ヶ咽狭窄部が天然の超大型砂防ダム(有効高50m)として機能したことが明らかである。またその下流部の土砂堆積勾配が元河床1/107( $0.5^\circ$ )の4倍の1/29( $2^\circ$ )と急になっているのは、この区間の堆積物が上記天然ダムによって、その量と組成とを規制された状況を表したものと考えられる。

v) 濁川下流部の0~2.0 km区間および濁川上流部の3.5~5.1 km区間では旧河床勾配と同様の勾配で堆積しているのに対し、濁川下流部の縦断面のもっとも急変する2.2 km地点では両岸が凸出していて狭窄部を形成しており、餓鬼ヶ咽と同様に天然の砂防ダムとして最前線で最大の土砂流動の規制ポイント域であった状況が示されている。堆積厚も餓鬼ヶ咽と同様に最大値50余mに達しており、すぐ上流に位置した濁川温泉地点には40m余の土砂が堆積していることを知る事ができる。

\* 3 王滝営林署では9月上旬に伝上用の4 km付近の河床部に生育していた樹齢386年の天然カラマツを伐採・搬出して、銘木市に出品している。ここより上流の堆積土砂は400年以上の期間に堆積したと考えられる。

2) 図-2の一連の横断面を用いて、両端面法によって堆積土砂量を算定すると、以下の点が明らかになった。

- i) 王滝川の餓鬼ヶ咽狭窄部より上流部の堆積土砂量は1500万 $m^3$  (平均堆積幅 280m) と算定され、県土木部の算定量との差 600万 $m^3$ が氷ヶ瀬—餓鬼ヶ咽区間に堆積している (平均河床幅 125m) ことになる。
- ii) 濁川の下流部 (柳ヶ瀬—濁川・伝上川合流点区間) の堆積土砂量は 1600 万 $m^3$  と算定され、王滝川の餓鬼ヶ咽上流部の堆積量に匹敵する量が濁川下流部の河道内に貯留されたことがわかる。
- iii) 濁川上流部 (3.15～ 5.7km 区間) の堆積土砂量は 500万 $m^3$  と算定される。この量は伝上川の第1屈曲部 (5.8～6.2 km 区間) および第3屈曲部 (4.9～5.2 km 区間) から右岸側の台地部 (伝上川と濁川とに挟まれた) をオーバーフローした土砂およびそれによって台地ならびに濁川の両側岸で削剝・侵食された土砂とが合算された土砂量である (台地部には崩壊部上部の溶岩や集塊岩の礫が線状縞模様に残っており、一部は新たな堆積土砂になっている)。この区間には土石流に対応する目的で数基の低ダム群が既設されていたため、相応の機能が発揮された (平均堆積厚 8.3m) 状態が堆積厚の細かな変化に現れている。
- iv) 崩壊土砂量 (3600万 $m^3$ ) と算定された堆積土砂量総計\*4 (4200万 $m^3$ ) との差引量 600万 $m^3$ は河床および両側岸の表層土の削剝・侵食量と考えることができる。両側岸の削剝・侵食斜面の平均長を 100m とすると、平均削剝・侵食深は 2.6m となり (80m では 3.2m, 90m では 2.9m)、立木をすべて根こぎに削剝した状況から大略妥当な値であると考えられる。

v) “土石流”の流過断面形を特定することは困難であるが、伝上川の 6.5～6.2 km および 3.7～3.6 km ならびに濁川下流の 3.0～0.5 km では両側岸の削剝跡から流過断面が限定できる (中央部の盛り上がり状況は不明)。両側岸の削剝点を結んだ直線と横断線とに囲まれた断面が流過断面積となる。明らかに計測できる最小流過断面積は図-3に示すように伝上川の第1屈曲部に到達する前の 6.5～6.4 km 地点での 25000  $m^2$ 、伝上川末端の 3.7～3.6 km 地点での 15000  $m^2$ 、濁川下流部の狭窄部 2.0, 1.2 km 地点でのそれぞれ12500  $m^2$ , 11000  $m^2$ である。

屈曲部や狭窄部では停滞や堰上げによって断面が大きくなり、(土石流の平均流速を20 m/sec とすると0.1秒の停滞で2倍になる) 両側岸の比高によっては容易に溢流することになる。すなわち、伝上川の第1屈曲部 (左へ約60°), 第2屈曲部 (右へ約90°), 第3屈曲部 (左へ約60°), 第4屈曲部 (右へ約45°) などでは崩壊部上部の溶岩や集塊岩が線状紋様に残留していて、顕著な溢流跡となっている。

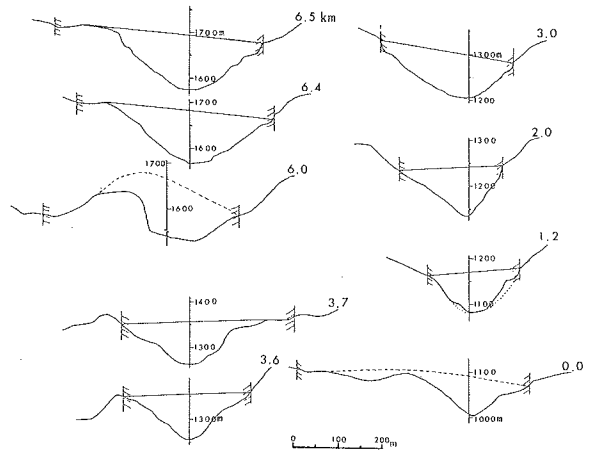


図-3 最小流過断面の比較

\* 4 崩壊部対岸、小三笠山北側の平坦面、伝上川と濁川上流部との平坦面、および伝上川の 5.5～4.5 km 区間の左岸上部の平坦面への堆積土砂量は利用した新、旧両地形図の精度のため算定が困難であり、削剝・侵食量と堆積量とは相殺するものとした。

vi) 第1屈曲部 6.0km地点では屈曲に伴う遠心作用で内側削削高が低くなり直上流の 6.5~6.4 km地点の流過断面積を吸収するだけでも横断勾配約30°(左右の比高約 100m)もの流過断面積を推定する必要があり、右岸側(濁川側)の最高点より約50mもの溢流厚さとなる(図-3)。第1屈曲部約 400mに渡る平均溢流厚さは、25m以上と推定される。濁川方向への流速を10m/secとして70秒間(3600万m<sup>3</sup>/2.5万m<sup>2</sup>×20m/sec)で700万m<sup>3</sup>が溢流したことになる。

vii) 第2, 第3, 第4の各屈曲部については、両側壁部の流過高さが確定できないため、同様の算定はあきらめた。

viii) 伝上川末端の 3.6, 3.7 km地点と濁川、伝上川合流後の 3.0km地点の最小流過断面積の比較から、伝上川の第1, 第3屈曲部から濁川方向へ溢流した土砂のうち、200~250万m<sup>3</sup>が濁川上流部から下流部へ流出したと算定され、濁川上流部の堆積量500万m<sup>3</sup>と合せてvi)の算定値は妥当であるといえる。

ix) 濁川下流の狭窄部の直上流の拡幅部の最小流過断面積は、狭窄部の約2倍になっていて、堆積の促進と一時貯留・流出のくり返し(田中亮治氏談話)の演出とに作用したと考えられる。

3) 崩壊土砂量が10<sup>7</sup>m<sup>3</sup>を超える大規模崩壊の流動性を表わす指標のひとつとされる、超過移動距離(L<sub>e</sub>)を算出して、過去に日本で発生した大規模崩壊のデータ<sup>\*)</sup>といっしょに比較図示すると図-4のようになり、御岳崩壊はきわめて流動的とされるグループに属することになる。

町田<sup>\*)</sup>はこのグループの代表例として1970年の Huascarán山(ペルー)と1980年の St. Helens火山(アメリカ)の大崩壊をあげ、崩壊地の高度差と崩壊土量の20%程度の“水”の関与とを指摘している(御岳崩壊・土石流の土中水は700万m<sup>3</sup>以上と推定されていて<sup>\*)</sup>これは崩壊土量の20%弱となる)。御岳崩壊は崩壊基部からすでに堆積区域に当たる勾配であったにもかかわらず、約10km下流の柳ヶ瀬で比高100m余<sup>\*)</sup>の小尾根をのり越え(図-3参照)王滝川へ流入後も対岸の右岸側の比高100mを侵食する程(図-2aのO-6, O-5参照)の流動性に富んだ大きなエネルギーを保持していたことは、伝上川の約5kmの元来の河床が溶岩で構成されていたためスベリ台的な役割で、崩落のエネルギー(比高500mの位置エネルギー)を持続させた可能性を示唆するものであろう。

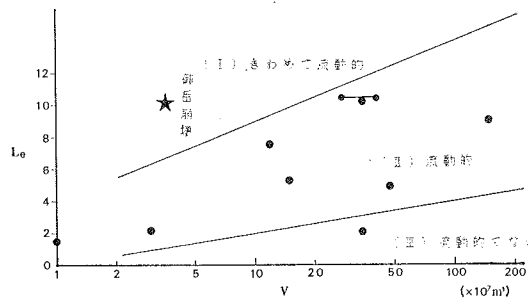


図-4 日本の大規模崩壊の崩壊土砂量と超過移動距離  
(町田1984のデータによる作図)

文献 1) 町田 洋 : 巨大崩壊, 岩屑流と河床変動, 地形, Vol.3, No2, 1984  
2) 酒井潤一 : 伝上川・濁川における崩壊土石の流動メカニズム, 「長野県西部地震による災害」, 信州大学自然災害研究会, 1985,

\* 5 直上断面の兩岸の削削線は元河床より60m余であり、これを流動土砂の最大動断面と考えれば、実質的なせき上げ高は40m以上となる。