

## 水俣市宝川内地区集川土石流災害における土砂動態特性の検討

海堀正博(広島大学総合科学部)

○古澤英生(宮崎県)・西村賢(日本総合研究所)

大村寛(九州大学大学院)

1. はじめに: 2003年7月20日未明、熊本県水俣市周辺は局地的な豪雨に見舞われ、発生した土石流によって宝川内地区では15名、深川地区では4名が犠牲になるなど大きな災害につながった。宝川内地区の土石流は宝川内川支流の集川流域の中流部の右岸側の標高約430m付近からの崩壊に始まっている。崩壊土砂は流動化し、流下とともに溪床・溪岸を侵食し、その土砂を巻き込んで拡大し、流路に沿った水平距離で約1,700m移動して集地区集落に氾濫堆積した。被災した集落にあるいくつかの民家は右岸側の小高い丘を越えた位置にあったので、土石流がこれを乗り越えて被災させたことがわかる。災害発生後の比較的早い段階で、航空レーザー測量による1mコンターの図面がアジア航測(株)のホームページに掲載された。これを使って土砂量の算定を行った。筆者らの計算では源頭部の崩壊土砂のうち流出した土砂量は約31,000m<sup>3</sup>、集落付近で氾濫堆積した土砂量は約20万m<sup>3</sup>と見積もられた。また、筆者らは災害発生後に現地調査を行い、土石流土砂が流路周辺に残したいくつかの痕跡から流速を推定した。これをもとに、土石流土砂の運動の実態を土砂の侵食・堆積のプロセスと関連させてみた。

2. 豪雨の実態: 7月20日以前の雨の影響は72時間半減実効雨量値にして、水俣観測点では37.4mm、深川観測点では57.1mm、宝川内地区で災害の発生した午前4時20分に対して、午前4時の実効雨量値で見ると、水俣観測点で187.0mm、深川観測点で227.5mmである。この先行降雨に加えて、4~5時の1時間に水俣観測点では25mm、深川観測点では91mmの強雨があり、深川観測点のすぐ近辺での土石流の発生につながった。

雨の状況をエリアとして捉えて検討すると、午前4時時点の実効雨量値は水俣市南東部においてはすでに200mm以上に達している。この後の1時間に90mm前後の豪雨が加わり、ついに水俣市宝川内地区集川をはじめとする地域で土石流の発生につながった。これに対し、天草諸島の一部の地域でも先行降雨が180mm以上に達している地域があったが、その後の1時間雨量が20mm前後以下であったために水俣市南東部周辺のような土石流が発生する状況にはならなかったのだと思われる(図1下)。

3. 土砂移動の実態: 災害後の状況をアジア航測(株)のホームページに公開されたレーザープロファイラ地

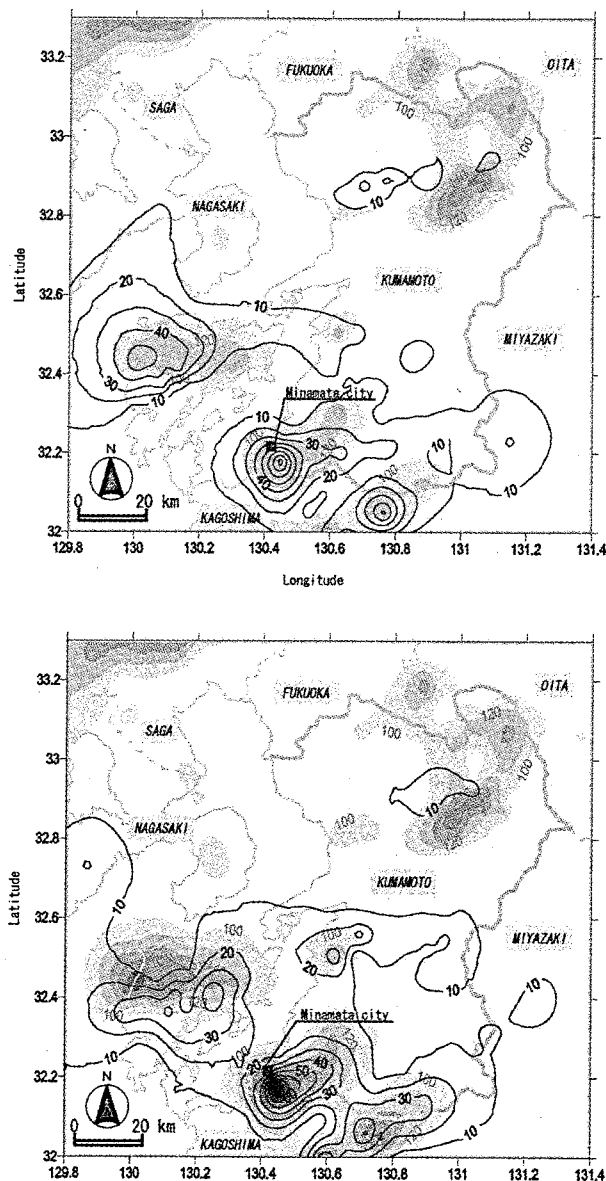


図1 7月20日水俣市周辺の降雨の状況

(上) 3時までの実効雨量と4時までの1時間雨量

(下) 4時までの実効雨量と5時までの1時間雨量

グラデーション: 72時間半減実効雨量等値線: 1時間雨量

形図(1m コンター)と空中写真、および、朝日航洋(株)が作成した空中レーザー測量による2mコンターの地形図から得た。一方、災害前の状況については国土地理院発行の1/2.5万地形図を使用して求めた。

**3-1. 源頭部崩壊と移動土砂量の把握** 土石流の開始点になった源頭部の崩壊はその上端が標高約 430m、下端を集川本流との合流点付近とすると、長さが 170~190m、幅が 70~90m、深さが 1~10m と読みとれた。もとの地形はやや凹部のところもあるがおよそフラットに近い。集川流域全体から見ると、緩傾斜の源流部から少し急になる部分、いわゆる遷急線付近に今回の崩壊が発生したといえる。また、崩壊の発生場は集川が左に屈曲する右岸側斜面にあたることから集川の水流によって当該斜面の脚部が侵食されたことにより斜面全体が不安定化した可能性もある(図 2)。

現地を見ると、源頭部崩壊の下部では特に中央部から(下に向かって)右側にかけて比較的フラットな急傾斜の岩盤が崩壊面に露出しており、その上にあった表土が植生ごと流出している。また、露出した岩盤面にも節理や割れ目に沿って樹木の根が入っていることが確認でき、この岩盤が地表面からあまり深くない位置にあったことを示しているものと考えられた。それに対し、源頭部崩壊地の上縁部周辺を除き上部~中央部にかけては崩壊面の勾配が比較的ゆるく、倒木や傾いた樹木とともに崩壊土砂が一部残存している。これらから、源頭部崩壊はまず中央部より下側から崩れて流出し、その後、不安定になった上部が崩れたものの、崩壊面の勾配が小さかったために一部の土砂が流出せずにその近くに残ったものと考えられる。

次に、崩壊土砂量の推定を試みた。崩壊地の中に 8 本の横断測線を設置し、それぞれ断面を描いた。これに、崩壊前の同じ位置における推定断面図を重ねた。両者の差から崩壊土砂量を推定した。その結果、崩壊の上部から中央部にかけて崩壊面深さが 8~10m 以上という状態が続くが、下部では浅く、崩壊土砂の一部が堆積した状態も見られた。その結果、崩壊土砂のうち流出した土砂量は約 31,000m<sup>3</sup> と推定された。また、現地に残された痕跡から、この崩壊土砂は集川本流に合流した後、左岸側(対岸)に乗りあげ右に旋回しながら流下したことがわかった。

**3-2. 土砂移動の状況と移動速度の推定:** 流路に残された移動痕跡(4 種類)の現地調査から 15 地点での流速を推測した。また、土石流発生前後の地形図に 21 本の横断側線を設けて比較し、侵食・堆積土砂量を推定した。その結果の一部を使って描いたのが図 3 である。土砂移動の開始当初はしだいに土砂量を増やしながらも 10~20m/s 前後の流速になっていたこと、水平距離で 800m を越えたあたり(治山堰堤のあった付近)からしばらくは 5~10m/s 程度の流速になっていたこと、などを示すとともに、勾配の緩い下流部で巨石を堆積させ始めてからはおそらく流れやすい形態の土石流(土砂流、濁流)となって流下痕跡を残していったことを示唆している。また、エネルギー線から求めた流速推定値も簡易の予測・警戒等に使えるものと思われる。

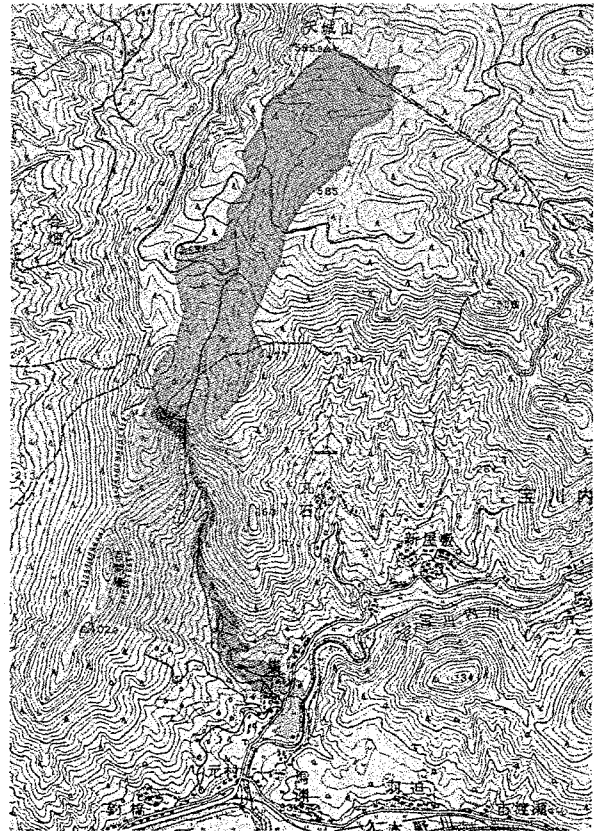


図 2 流域における土石流の発生位置

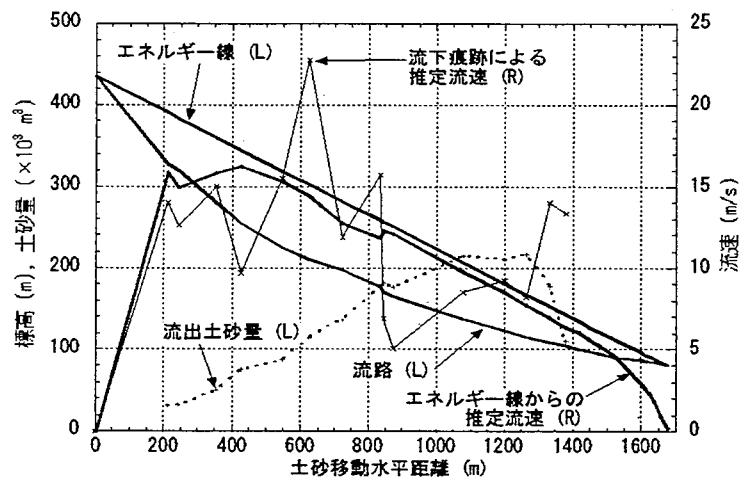


図 3 土石流流路縦断面とエネルギー線  
および推定された流速  
(L)は左側縦軸、(R)は右側縦軸