

## 台風豪雨により稜線付近から発生した崩壊と土砂移動の特徴

広島大学総合科学部 海堀正博  
 京都大学防災研究所 末峯 章  
 高知大学農学部 日浦啓全

## 1. 台風 15 号および台風 21 号と災害の概要

九州の西方沖から日本海を通過した台風 15 号の接近にともない、8 月 17 日～18 日に四国・九州地方を中心に 400～600mm 超の非常に激しい雨が降った。香川県西南部県境近くの大野原町では 17 時半頃に避難先の集会所が土石流や濁流に襲われ 2 名が犠牲になった。愛媛県新居浜市周辺でも土石流や崩壊が多発し 3 名が犠牲になった。なお、これより以前の時間帯においても、愛媛県の中央部瀬戸内沿岸地域から大野原町にかけては断続的に強雨が降っていた。

一方、台風 21 号は沖縄の西方沖を北東に進み、9 月 29 日朝に鹿児島県串木野市付近に上陸した。九州南部を横断した台風はさらに 9 月 29 日 17 時 高知県南部を横断するが、この時点では中心気圧 985hPa、最大風速 30m/s、強風半径 260km であり、大きさも勢力も決して大型でも強くもないふうの台風であった。しかし、台風および前線の活動により、三重県で 900mm 超の記録的な豪雨になったほか、四国や近畿でも 400mm を超える大雨になり、愛媛県新居浜市や西条市周辺でも多数の山腹崩壊と多くの沢で異常な土砂流出や土石流が発生し 10 名が犠牲になった。愛媛県西条市、新居浜市、四国中央市では 15 号台風のときよりも広範囲に土砂災害が発生した。香川県大野原町周辺でも 15 号台風のときを上まわる数多くの土石流や崩壊が発生した。

## 2. 稜線付近から発生した土砂移動の事例

## 2-1. 愛媛県新居浜市郷地区楠崎川流域の崩壊 (台風 15 号で発生)

和泉層群の砂岩・泥岩や礫岩層が分布している流域で、台風 15 号の豪雨により土石流が発生し下流で 1 名の犠牲者を出した。下流の氾濫場には巨礫は少なく、細粒土砂と流木や残骸が中心であったが、途中にはところどころ立木にひっかかった状態で流木がからみ合いピーパーダムを形成しており、そこで多くの石礫が捕捉されていた。流路の途中には人工林も見られたが、途中の支流のいくつかの崩壊地周辺も、本流の最も奥の源頭部の崩壊地周辺も自然林地帯であった。最も奥の源頭部崩壊地は稜線から斜距離で 10m、標高差で 5m 弱の位置に起きていた。この崩壊面勾配は 21～33° で、まず流域界の右側(下流に向かって)にあたる 31～33° のところから起きた崩壊土砂が流域界の左側(同)の 21° の斜面脚部を侵食し、不安定になった左側斜面も崩れたものと思われる。最初の崩壊の幅は 10～15m、長さは 40m、深さは 0.5m 程度である。後の崩壊は長さが 15m である他は幅も深さも先のものと同様である。台風 15 号はそのコースから考えるとこの付近には南風の成分が卓越していたと推測されるが、この流域そのものも北向きであり、この崩壊もほぼ北向きの斜面で起きており、逆に、稜線の反対側南向き斜面は健全なままであった。崩壊の上方には集水エリアはほとんどないことから、地表への降雨と微少な凹地形への周囲からの集水により崩壊が誘発されたものと思われる。

## 2-2. 愛媛県新居浜市土居町御茶屋谷川流域の崩壊 (台風 21 号で発生)

地質は上記地区と同じで、台風 21 号の豪雨により土石流が発生し、下流の福祉施設を襲った流域である。踏査の結果、この源頭部崩壊地も流域界に近いところにあり、特異な形態を示していた。まず、3 つの崩壊がひとつの谷に向かって 3 方から集まるように起きている。各崩壊の方位は S46～50° E、N80° E、N10° W と全く異なっている。勾配は順に、29°、27.5°、30°、崩壊の幅はいずれも 10～15m、深さは 0.5～1m、長さは 80～100m である。周辺の植生は広葉樹を主とした自然林でごく一部に細い竹林があるのみである。1 つめの崩壊以外は流域界のすぐ近くから起こっており、特に、2 つめのものは斜距離にして 5m 程度しか流域界から離れていない。台風 21 号のコースから考えると、この地域には北風の成分が卓越していたと推測されるが、1 つめと 2 つめの崩壊地への雨水の供給が多かったとは思えず、崩壊を引き起こした水がどのように供給されたのか不明である。なお、源頭部崩壊地やその周辺には礫岩が目立ち、風化して丸みを帯びた砂岩礫が抜け出しているものもあった。すきまも多く、水を含みやすい岩質といえるかもしれない。

## 2-3. 愛媛県新居浜市大生院地区の崩壊 (台風 21 号で発生)

松山自動車道の新居浜 IC といよ西条 IC の中間に位置する大生院地区では多数の土砂移動が起き、その内のひとつの崩壊では 4 名の命が奪われた。ちょうど中央構造線の真上にあたる位置で、三波川帯の北向き山腹斜面での崩壊である。土砂は 2 度にわたって居住エリアを襲ったことがわかっている。崩壊は中央部が幅広い形をしており、その幅 60～70m、長さ約 100m、深さ 5～8m、勾配約 35° である。崩壊土砂は斜面の末端部にあたる居住エリアの道路側の端に落ちてから、約 80m の範囲まで及んでいる。ほとんどの土砂の移動が居住エリアの範囲であったとみなすと等価摩擦係数は約 0.36 となり、崩壊としては比較的流動的であったことを示す。崩壊そのものは斜面の上部稜線に近いところから起きているにもかかわらず、かなり高い含水状態で崩れたものと考えられることから、地中に水をためやすい構造が存在したか、地質構造的な何らかの集水機構があったのではないかとと思われる。なお、崩壊上縁部周

辺には亀裂が入っており、上方へ拡大する傾向が見られるとともに、崩壊面上には崩壊土砂の一部が残存していた。このことから、崩壊は中央部より下側が最初に崩れ、続いて上部が崩れるような順で起きたと思われる。崩壊地斜面周辺の植生はおおむねヒノキ・スギの人工林で、右岸側中～下部および左岸側下部に一部広葉樹が分布していた。

#### 2-4. 香川県大野原町落合地区の崩壊（台風15号で発生）

この地域も地質的には和泉層群の砂岩・泥岩分布地帯に属し、基岩は層構造が明瞭で非常に堅硬である。15号台風豪雨による大野原町周辺での土石流は愛媛県新居浜市周辺に比べると少なく、落合地区の土石流も稀なケースのひとつであるが、下流では2名の犠牲者が出た。この土石流を踏査した結果、最も奥の源頭部崩壊は比較的流域界の近くから起きていることがわかった。流路の途中には左岸側の一部に人工林地帯がみられたが、源頭部崩壊地の周辺植生は広葉樹を主とした自然林で、土壌は角礫まじりである。崩壊の幅は5～8m、深さは2m程度で、勾配は約34°である。台風15号のコースから考えると、この地域にも南西風の成分が強く作用したことが推測され、崩壊斜面が西南西向きであることからより多くの雨がもたらされた可能性がある。

#### 2-5. 香川県大野原町周辺の土砂移動（台風21号で発生）

15号台風の際には土砂移動の発生はまばらであったが、21号台風の際には非常にたくさんの土砂移動が発生した(図-1)。この図

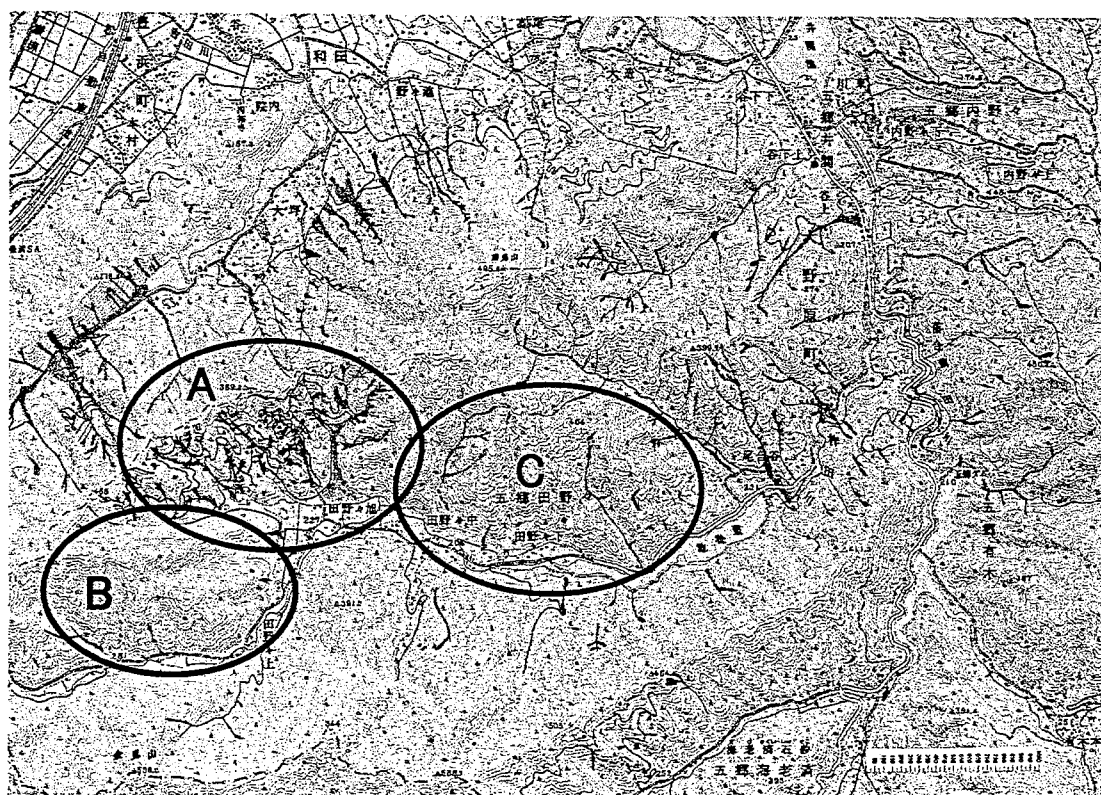


図-1 香川県大野原町周辺の土砂移動 (株)四航コンサルタント2004年10月6日撮影航空写真より判読

域はおおむね人工林地帯だが土砂移動の発生はほとんど見られない。特に、Aの地域やその北側と比べてときに、その差が非常に明瞭となる。Cの地域では人工林地帯と自然林地帯とが谷や沢筋をはさんで双方とも分布しているのだが、自然林の分布しているところでの土砂移動の方が多いたことがはっきりと読みとれた。

#### 3. まとめ

①台風豪雨では強風の方向と崩壊の発生する斜面の方向との間に関係があると予想されたが、稜線付近に発生したいくつかの崩壊では必ずしもそのようになっているようには見えなかった。②人工林地帯で崩壊や土石流などの土砂移動現象が目立つのは単に植生の違いだけが原因ではなく、たとえば、人工林が急傾斜地にも展開されているために起きやすいこと、林相がそろっているため土砂移動が目立ちやすいことなど、その他の要因の影響を含めて議論すべきであることがわかる。③稜線付近から土砂移動が起きたいくつかのケースについて、崩壊がそこから始まるのではなく、より下部で起きた土砂移動によって上方へ不安定化要因が拡大することによって起きる場合のあること、また、あらかじめ水を含みやすい地形・地質構造をもった斜面であったことなどが考えられた。

謝辞: 調査にあたっては(社)砂防学会、(社)全国治水砂防協会、文部科学省科研費からの援助を受けた。また、愛媛県砂防課、香川県河川砂防課からは雨量や被害箇所等の情報をいただいた。また、広島大学工学研究科佐々木康教授からは多面的な援助をいただいた。ここに記して心から感謝の意を表す。

を見ると、特に、土砂移動が集中して起きているところとそうでないところがあることがわかる。図-1の中で、特に土砂移動の集中が見られるAの地域は、人工的な土地改変(おそらく農地またはその他の利用のための造成途上にある土地であると思われる。たくさんの小道がつくられていた)の影響があった場所である(写真-6の一部)。Bの地