

近年の豪雨による土砂災害発生の実態から見た中国地方における危険度

Vulnerability of Sediment-related Disaster in Chugoku-district
from the Viewpoint of Circumstances of Recent Disasters Caused by Storm-rainfalls

海堀正博 Masahiro KAIBORI (広島大学大学院総合科学研究科)

1999年6.29広島土砂災害以降、土砂災害の防止、被害の軽減のための様々な取組がなされてきた。しかし、この間も土砂災害の発生は絶えず、必ずしも防災・減災対策が十分に機能しているように見えない。そこで、近年の土砂災害の発生状況を自然的な素因や誘因、社会的な素因の面から考察し、防災対策を立てるための基礎的な観点について検討を行った。

キーワード：豪雨，災害事例，原因，危険箇所，中国地方 (IGC：B-3, C-0)

1. はじめに

中国地方では2009年7月の山口県防府市の土砂災害、8月の兵庫県佐用町での豪雨災害に続き、2010年7月にも広島県庄原市や呉市はじめ各地で、豪雨による土砂災害が起きている。近年の豪雨が激しさと突発性の面で際立っていることも大きな要因だが、一方で土地利用のあり方への課題も検証されなければならない。災害の素因、特に、自然的な素因については、近年になってから急に脆弱化したとは思えない。自然災害一般にいえることだが、誘因となる自然現象の過激さとあわせて、被害を受ける側である人の生活場や土地利用や異常な自然現象への対応の仕方など社会的素因についての問題もきわめて重要である。そこで、中国地方におけるこれまでの土砂災害を概観しながら、その危険度や対応策について考察していくことにする。

2. 対象としての土砂移動現象とそれによる危険度の変遷

2.1 対象としての土砂移動現象

土砂災害の危険度を考えるとき、その対象となる土砂移動現象としては、地すべり・崩壊(がけ崩れ)・土石流の3つをとりあげることが多い^{1), 2)}。土砂移動現象の分類の観点からは、移動物質の種類が土か、岩くずか、岩かということ、移動の形態が、落下(fall)、転倒(topple)、滑動(slide)、拡幅(spread)、流動(flow)およびそれらの複合(complex)かということとの組合せで分類する考え方^{3), 4)}がよく知られているが、我が国の場合、それへの対応・対策の観点、すなわち防災の観点から、前述の3つの分類を主としている。

ここでは、規模が大きく、また、すべり面に粘土が介在

して、その動きが緩慢だが継続的・再発性を呈し、その現象への防災対策には予算的にも時間的にも膨大なものが必要となるようなものを特に、地すべりと呼んで崩壊から区別している。これに対し、崩壊を比較的規模の小さいものとし、必ずしも粘土が介在することを要さず、30°程度以上の急な傾斜地で発生し、突発性・一過性で、移動速度も大きくなるものを前述の地すべりとは区別して崩壊と呼んでいる⁵⁾。

一方、土石流は流動性を持って数百mから数kmも流下するような現象に対して用いられる呼び名で、地すべり土塊の一部または全部、あるいは、崩壊土砂の流動化によって土石流の発生につながる場合が少なくない。なお、メートルオーダーの巨石が混じっていないものに対しては、しばしば土砂流、あるいは、泥流などとも呼ばれることもあるが、これらも土石流の範疇に含まれている^{6), 7)}。

このうち、地すべりは特定の地質や地質構造に依存して発生することから、その分布地域には大きな偏りがあり、たとえば、中国地方では日本海側の第三紀層の分布地域を持つ山口県と島根県に多く、また、三郡変成岩類の分布地の比較的多い山口県・島根県・岡山県に地すべり危険箇所が多い一方、広島県にはそれが比較的少ないことが知られている⁸⁾。

2.2 中国地方の土砂災害危険度とその変遷

後述するように、中国地方の鳥取県を除く各県は全国的にも土砂災害の危険度の高い位置づけにあることが指摘できるが、中でも広島県が突出していることから、ここでは広島県に焦点をあてて見ていくことにする。

2002年に国土交通省から公表された土砂災害危険箇所数の合計値は全国で約52.5万箇所、そのうち、広島県に

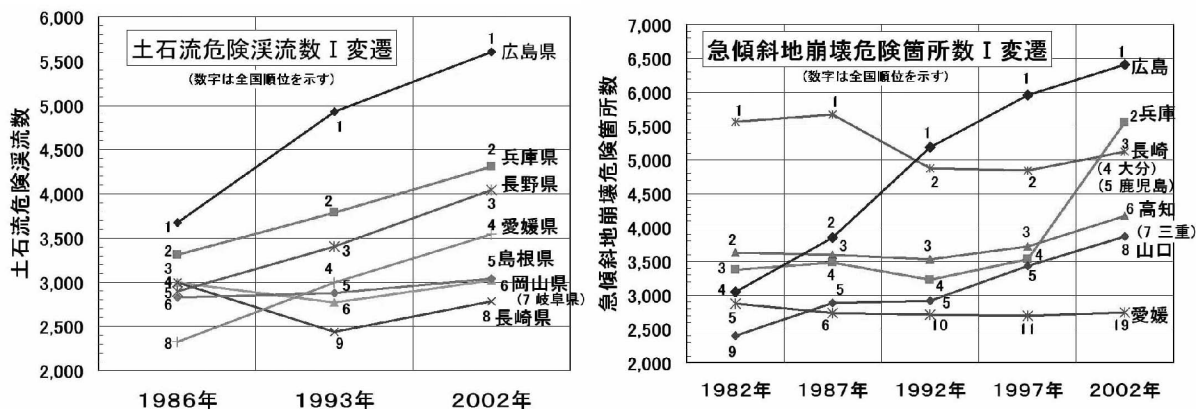


図-1 土砂災害危険箇所数 I の変遷 (国土交通省発表資料⁹⁾をもとに筆者作成)

は約 3.2 万箇所が分布している⁹⁾。このことからわかるように、広島県には土砂災害危険箇所数が多いこと、特に急傾斜地崩壊（がけ崩れ）危険箇所数や土石流危険渓流数においては、それぞれの箇所数が約 2.2 万箇所、約 1 万箇所、日本の 47 都道府県の中で第 1 位の多さであることは防災関係者の間ではよく知られた事実である。しかし、その数も確かに多いということで注目すべきであるが、さらに重要なのは、その箇所数や渓流数が近年に至るほど急激に増加しているということである（図-1）。図-1 にあげた項目は、土砂災害危険箇所数 I という種別のもので、急傾斜地崩壊や土石流が発生したときに 5 戸以上の人家が被災する箇所数についての集計結果である。この図からは広島県以外に、中国地方の山口県、島根県、岡山県やその隣の兵庫県も上位にあることがわかる。自然的な要因だけを考えて、中国地方より険しい山々の多い中部地方や四国の山岳地帯を持った県の方が上位に来ると考えがちだが、単に自然現象としての土砂の移動だけではなく人間の生活にある程度以上の被害を及ぼす現象の起きやすさとして考えた場合には、自然的要因に加えて被害を受ける側である人間の対応の仕方にもその原因があることがわかる。この図における危険箇所数の増減は、調査の精度が向上したことによる要因もあるが、知らぬ間に危険な箇所に住みつく人の数が増加していることと強く関係しているものも多と考えられる。地質的に堅硬な岩石で構成されていたり地形的に急峻すぎて人を寄せ付けない地域に比べて、中国地方の山間傾斜地は比較的なだらかな地形で、かつ、造成や開発のしやすい風化の進んだ地質のところが多いために、人の生活の場となりやすいことがその大きな理由と考えられる。たとえば、中国地方で千数百年以上前からつい 100 年ほど前まで続けられていた鑛（たたら）製鉄^{10),11)}も関係が深いものと思われる。また、その原材料としてまさ化した花崗岩類が広く分布しているという地質的な特性も関係しているだろう。鑛製鉄の影響は地形をま

ったく変えるほど大きかったことが知られている¹⁰⁾。そのため土砂災害も繰り返し発生していたことがわかっている¹¹⁾。このことはすなわち、土砂災害の原因を考えると、社会的素因というものを自然的素因と同じくらい重要視していく必要のあることを示唆している。

3. 近年の豪雨による土砂災害の発生状況

3.1 特筆すべき誘因としての局地的集中豪雨

前節では土砂災害危険箇所数の変遷について見るとともに、簡単にその原因を考察した。しかし、より重要なことは危険箇所に住んでいる人々が土砂災害の危険意識を持たないまま、あるいは、持てないまま住みついてしまっている場合が多いことである。

その大きな要因は瀬戸内式気候にあると思われる。瀬戸内式気候では比較的雨が少なく温暖で、ふだんの生活の中では大規模な土砂災害につながる気象条件となる頻度が少ないといえる。たとえば、気象庁が年降水量の平年値の分布を示したもの¹²⁾を見ると、瀬戸内海をはさんで年降水量の少ないエリアが存在するが、東西方向には山口県から広島県、岡山県にかけてはその量が減少し、岡山県（四国側では香川県）付近が最も少なく、ここから兵庫県、大阪府にかけてふたたびその量が増加傾向にあることがわかる。また、南北方向には中国山地に近づくとも降水量は増えているが、日本海側の多くの人々が住んでいる沿岸地帯に向かうとふたたびその量は少なくなっている。実際には、土砂災害の発生につながる豪雨は局地的に短時間（短期間）に集中してもたらされる場合であることが多いので、必ずしも年降水量の多少と土砂災害の発生とが直接結びつくものではないが、結果として、多くの人々が土砂災害を意識できない状態で危険なところに住みついてしまっているものと考えられる。結局、土砂災害が起きてから、被災した人々の多くが事前に災害の発生を予期できてい

なかった事実が明らかになる¹³⁾ことが繰り返されているのが実態である。

1976年以降の気象庁のアメダス記録によると、近年は豪雨の傾向が増えつつあることが指摘されている¹²⁾。たとえば、中国地方で最近発生した広島県庄原市の土砂災害の誘因としての豪雨は3時間たらずの間に173mmという当該地域としては約5,700年に1度の豪雨であったこと¹⁴⁾、また、2009年7月の山口県防府市での土砂災害の集中発生を引き金となった豪雨も6時間で230mmと防府市周辺地域としては約220年に1度の豪雨であったことなど¹⁵⁾がわかっている。このような豪雨の事象が各地で起こり得ることをどの程度対策に見込むか、ということについてはなお検討を要する課題のひとつといえる。

3.2 地域により異なる土砂災害の発生に至る雨量

(a) 2004年台風10号豪雨による徳島県那賀川上流での土砂災害の事例¹⁶⁾から

2004年7月末から8月はじめにかけて、四国地方は台風10号のもたらす豪雨を受けて各地で被害が発生した。当該地域の地質は秩父帯と四万十帯の境界部付近に属し、海底地すべりで形成されたとされる岩石や付加体の岩石など堆積岩類や変成岩類が広く分布している。このときの雨量は記録的なものであり、たとえば、8月1日の日雨量だけを見ても、徳島県那賀川上流にある四国電力(株)海川観測点(当時、上那賀町)で1,317mm、同じく小見野々観測点(同、木頭村)で1,195mmと当時の日雨量の新記録となるような状況で、周辺の国土交通省那賀川水系沢谷観測点(同、木沢村)で1,006mm、徳島県管轄名古ノ瀬観測点(同、木沢村)で911mmというように、この地域周辺で非常に多くの雨が降ったことは間違いない。海川観測点での雨量記録を経時的にみても(図-2)と、7月末から降り始めた一連の雨は8月1日午前0時の時点ですでに533.3mm(半減期を72時間としたときの実効雨量値で表現)に達してい

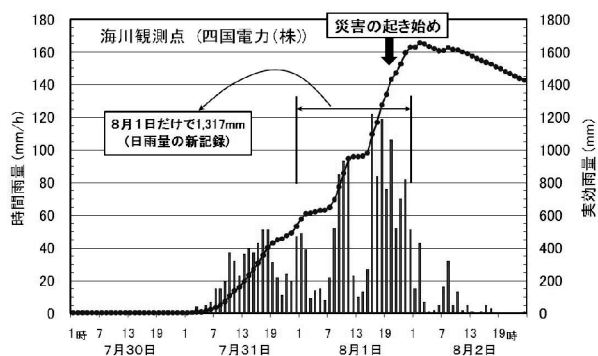


図-2 徳島県那賀川上流の海川観測点での雨量記録(2004年台風10号豪雨)

災害の起き始め(白石地区)は8月1日19時40分頃。

て、そこにさらに豪雨が降り続く状況がわかる。上那賀町(当時)白石地区では8月1日19時40分頃から土石流が集落を襲いはじめ、多くの民家が多大な被害を受けるに至ったが、この頃の海川観測点の実効雨量値はすでに1,350mm超になっている。ちなみに、15~20時の5時間の時間雨量は、122mm, 84mm, 119mm, 76mm, 106mmとなっていて、これだけでも507mmになる。その後も、8月2日2時までの間に313mmの雨が加わるのである。このような豪雨により、たとえば、木沢村(当時)の大用知地区、加州地区、阿津江地区などでは数十万~百万立米規模の深層崩壊・土石流が発生した。大量の雨水が山体内に供給される状況下では規模の大きな崩壊や土石流が起き得る代表的な事例といえる。なお、この時の豪雨では、大用知の崩壊・土石流に避難行動中に巻き込まれ2名の方が行方不明となっている他は人命は失われていない。

(b) 2004年台風23号豪雨による岡山県玉野市の土砂災害の事例¹⁷⁾から

徳島県の事例とは対照的なものとして、2004年10月20日、台風23号の豪雨により、岡山県玉野市で発生した土砂災害の事例を紹介する(写真-1)。この地域はコアストーン(巨石)が斜面や山頂部に数多く見られる典型的な花崗岩類の分布地域である。この災害は10月19日未明から降り始めた雨により、翌20日15時頃起きたもので、経時的に雨の状況を示すと図-3のようになる。すなわち、災害の起き始めにつながる直前14時時点での実効雨量値は170mm前後であり、そこに15時までの時間雨量27mmが加わる状況であったことがわかる。前述した四国徳島県那賀川上流地域の場合と比べて、土砂災害の発生につながる

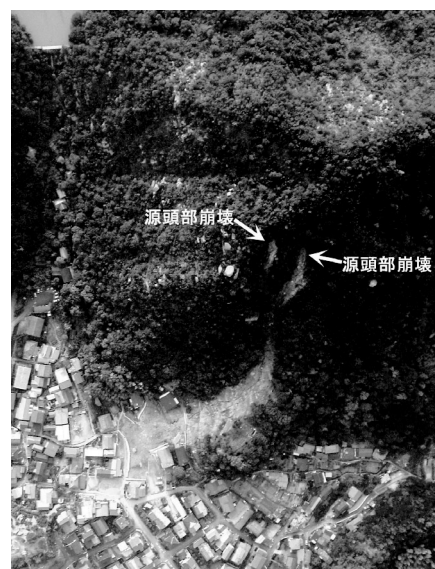


写真-1 岡山県玉野市宇野地区で発生した土石流による災害(2004年10月20日)

崩壊の幅は8~10m、長さ25m、深さ数十cm。崩土は流動化し約200m流下、宅地を襲い5名の命を奪った。

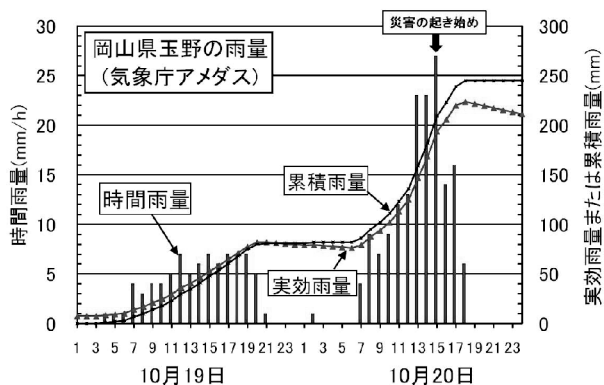


図-3 岡山県玉野市の雨量記録(アメダス玉野, 2004年台風23号豪雨)

災害発生は10月20日15時頃。

雨量があまりにも違って、岡山県玉野市では小さかったことがわかる。しかし、この小規模の崩壊・土石流は5名の人命を奪う結果となった。また、玉野市域ではこの他にも数箇所です砂災害が発生している。

(c) 2009年7月21日豪雨による山口県防府市周辺での土砂災害の事例^{15), 18)}から

この事例からは、土石流が集中発生しやすい降雨パターンという特徴を見出すことができる。

山口県では災害発生当日の午前6時くらいから強雨が続けている。午前7時～9時頃にかけてはこの災害につながった一連の降雨の最も強いものが県内各地で記録されている。10時までの時間雨量がやや小さかったものの、11時前後からふたたび強い雨が降りはじめ、12時前後以降、防府市や山口市の各地で土石流が発生し、犠牲者の出る大きな災害となってしまった(写真-2)。防府(気象庁)の観測値のうち、7月21日の日雨量275.0mm、および、9時18分までの60分間雨量72.5mmは、いずれも観測史上最大の値となっている。しかし、災害発生の時刻が12時前後であることや、山口県内の雨量の多かった地域や時間



写真-2 山口県防府市周辺の土石流等の集中発生状況(2009年7月21日, 防府市下右田地区剣川上流)

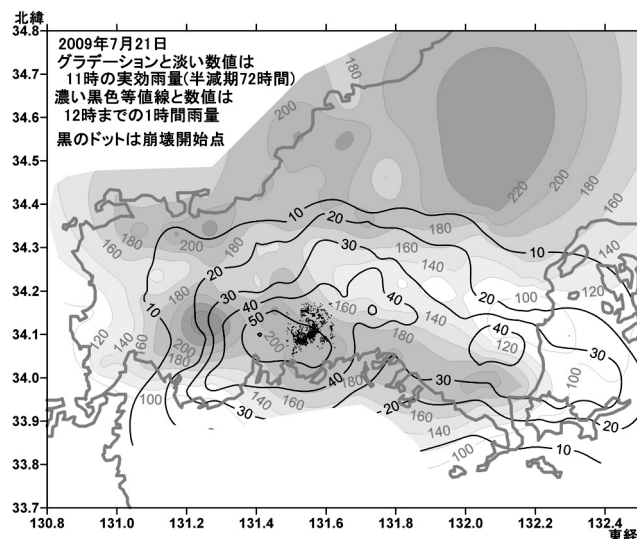


図-4 山口県防府市周辺土石流災害発生時の降雨の状況(2009年7月21日12時頃発生)

グラデーションと淡い数値は11時の実効雨量分布(半減期72時間)、濃い等雨量線と数値は12時までの1時間雨量、黒のドットは土砂移動の開始地点を示している。

雨量の大きかった地域と土砂災害の集中発生箇所の分布との間には必ずしも直接的な関係が見出せない。そこで、降雨パターンに注目することにした。図-4に午前11時の実効雨量(半減期を72時間としたもの)分布をグラデーションで描いたものの上に、12時までの1時間雨量の分布を等雨量線で重ねて表現したものを示す。図中のドットは崩壊や土石流の発生開始地点である。すなわち、単に時間雨量の強かった地域というのではなく、それ以前に地盤の緩んだ状態にさせるような先行降雨が十分あったところに、さらに強雨が加わる形の降雨パターンがあったところに、土石流等の集中発生が起きていることがわかる。また、さらなる調査から、この災害においては、この降雨条件下であり、かつ、花崗岩類地質の分布地域であったところに、集中発生が見られることがわかった。すなわち、山口県防府市周辺の花崗岩類地域においては、先行降雨として180mm前後以上になったエリアに時間雨量45mm程度以上の強雨が加わったエリアで土石流等の集中発生が起きてしまうことが指摘できる。

なお、この豪雨により、防府市内だけで19名(後に病院で亡くなった5名を含む)もの土砂災害犠牲者が出ている。

(d) 2010年7月16日豪雨による広島県庄原市周辺での土砂災害の事例¹⁴⁾から

広島県庄原市周辺では、2010年7月16日15時過ぎごろから3時間たらずの間の集中豪雨により、同市川北町、西城町、川西町の境界部を源流域とする小河川や溪流や沢で崩壊・土石流が多発する事態となった(写真-3)。この事例については本稿執筆中の現在もお調査中なのである



写真-3 広島県庄原市周辺の土石流等の集中発生状況 (2010年7月18日撮影, 庄原市川北町篠堂川)

が、調査の過程でいくつかの重要なポイントが見られるのでここに紹介する。

当該地域は流紋岩質岩類(凝灰岩質のものも含む)と安山岩質岩類(デイサイト)および礫岩や砂岩や泥岩などの堆積岩類などが基盤を構成している。小断層やそれによる破碎帯、破碎岩などの脈も土石流の流下した溪床や沢すじに縦横に入っていて、細かい割れ目には白色～やや青みのある灰色粘土が介在していることが多く、一枚岩のような大きな無傷の岩体や巨大なコアストーンなどは見られない。また、表土に近い部分に厚いところでは1m以上にもなるようなクロボクの層が見られ、今回の大雨を受けても流されずに過去の土石流堆積物を覆ってそれを保護するように残っているところがあちらこちらで確認できた。

災害発生2日後にヘリから視察したときにも、3日後にはじめて現地に入ったときにも、まだ、土石流の源頭部の崩壊箇所から水が湧き出しているところが数多く残って



写真-4 広島県庄原市篠堂川周辺の土石流と源頭部の崩壊の様子 (2010年7月18日撮影)

筋状に見える土砂移動の開始点周辺や流路の途中にも水の湧き出しやパイピング跡が多数存在することが現地調査において確認されている。

おり、災害発生時には斜面のほとんど至るところから噴き出していたであろうパイピング穴が無数に確認できた(写真-4)。地上調査時に湧水の確認できた箇所は、地層の境界部や岩盤の割れ目からであり、山体の深いところから水脈がつながっているように思われた。崩れた薄い表土層だけではなく、山体全体になお多量の水が含まれていた状況

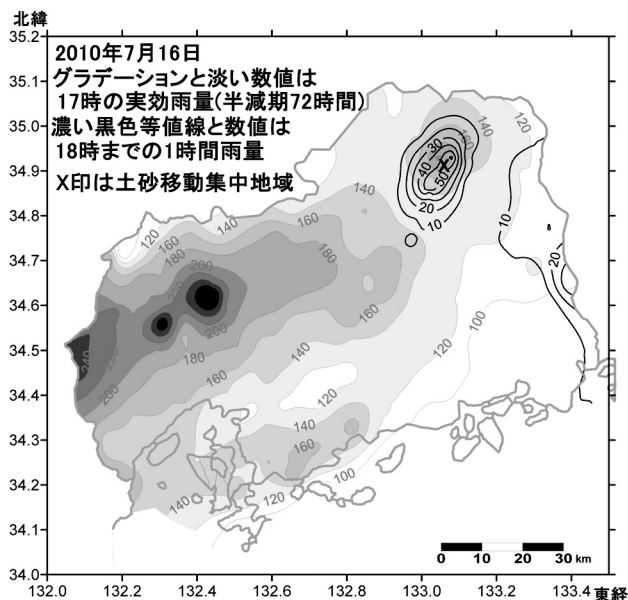


図-5 広島県庄原市周辺土砂災害の集中発生時の雨量状況 (グラデーションで示した2010年7月16日17時の実効雨量分布の上に、18時までの1時間雨量を濃い等雨量線で重ねて表現。X印は土石流・崩壊発生開始場の中心付近)

が感じられた。このことから、引き金になった強雨は15時過ぎからの3時間たらずの間のものであったが、それ以前に降っていた雨の影響も大きかったものと思われる。

6月25日からの雨量は当該地域においても決して少なくはなく、広島県の大戸観測点では7月16日15時までの時点で、累積雨量が556mm、半減期を72時間とした実効雨量値で137.2mmとなっているところに、続く3時間のそれぞれの時間雨量が38mm、72mm、63mmという猛烈な豪雨が加わった形である。結果的には、それまでの大量の雨水で地盤が緩んだ状態であったところに、短時間の猛烈な雨が加わったこと(図-5)で山体内の水圧が急上昇し、多数の崩壊や土石流が同時発生するに至ったものと思われる。

この豪雨による庄原市での死者は1名、全壊家屋が14戸(2010年8月2日現在)とされている¹⁹⁾。

3.3 現地で見られる湧水やパイピング痕跡からの考察

豪雨による土砂災害ではしばしばパイピング現象が指摘される。これは豪雨によって山体内に多量の水を含んだ



写真-5 水の噴き出し事例(1999年7月1日撮影, 広島市安佐北区亀山地区土石流流路)

状態というだけでなく、そこはかなり被圧された水脈が形成され、斜面からの噴き出しが起きたことを示している。

たとえば、1999年6月29日広島土砂災害が発生した翌々日、広島市安佐北区亀山地区で調査時に見られた岩の割れ目からの水の吹き出ししている様子を示す(写真-5)。この噴水のような現象は7月4～5日に現地調査をしたときにも見られたが、山体内の被圧された水脈の存在を示すものといえる。この地点は土石流の発生した山体斜面の下部で、土石流によって侵食された流路の右岸側岩盤内である。

2010年7月16日に広島県庄原市周辺で集中発生した土石流災害においても、多数のパイピングが見られたことを既述したが、これらの位置やそれより下の斜面への流下の状況から、崩壊等の発生メカニズムの推測につながるようないくつかの特徴を指摘できる。

ひとつは、稜線近くの遷急線付近の傾斜の急な部分にお

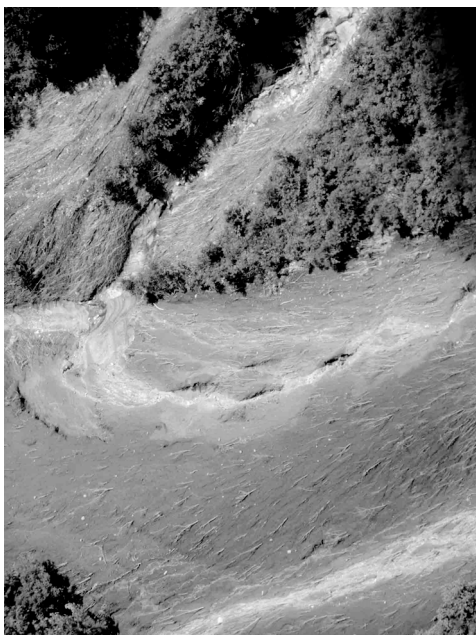


写真-6 崩土が上滑りをしただけの斜面の様子(2010年7月18日撮影, 庄原市)

けるパイピングあるいは湧水と関わる崩壊が非常に多いことである。またそれらは、細長く筋状の形態になりやすく、土石流化しているものも多い(前出写真-4)。斜面が急で、先行降雨で緩んだ地盤がかんたんに崩される状況であったり、あるいは、流下途中の斜面部からもあちこちでパイピングや湧水箇所が存在することによるものと思われる。少なくとも、この部分から移動を開始したこと、崩壊が始まったことを示しているといえる。

次に、崩壊が上述した遷急線近辺から始まった場合でも、また、斜面の途中から始まった場合でも、その崩土が斜面部分を通過(流下)したところの状況として、たとえば、写真-6で示すように、ササ類や若い雑木などが押し倒されているだけで、特に侵食されることもなく残存しているところがあちこちに見られる。多くの場合、地盤に厚くクロボクの層が覆っていて、そこにはパイピングの結果であると思われる穴が多数空いている(写真-7)。このことから、先行降雨の量が多かったところに、さらに3時間に170mm前後の強雨が加わる形で山体の内部から被圧水が噴き出す状況が起きたときに、斜面の緩いところでは、特に、厚いクロボクなどの粘着力の大きな層が抵抗力を発揮した状況に加えて、クロボク層の下から水が吹き上げているところに、崩土が斜面上部からちょうど水の滑り台の上を通過(流下)するような形になったのではないかとと思われる。結果として、相当大きな流速が形成されたと思われ、大きな立木は鋭くせん断された状況が認められるのに対し、柔らかい植生は押し倒されただけの状況として残っているものと思われる。

すなわち、山体内部から噴き出すようなパイピングがあっても、斜面の表土を形成している物質の粘着力等によって、結果的に侵食が表土層全体に及んだり、ごく表層だけだったり現象には違いが出てくる可能性が指摘できる。



写真-7 クロボクの層にも見られるパイピングの跡(2010年7月24日撮影, 庄原市)

3.4 現地調査から見られる崩壊地斜面の植生

2010年7月16日発生の庄原市周辺の土砂災害でもそうだったが、災害発生現地の空中写真やヘリからの斜め写真などはほぼ緑色の植生の中に、崩壊や土石流の茶色の部分が点や線で傷をつけたように見える(前出写真-3, 写真-4)。庄原市周辺は広島県内でも林業の盛んな地域であったことから、スギ・ヒノキの人工林地帯も多い。また、そのようなところで崩壊や土石流が発生している状況も多く認められる。流木の中にも大きな丸太が流下の途中で皮を剥がされた状態で混じっていて非常に目立つことから、崩壊や土石流等の土砂災害の発生がほとんどすべてそのようなスギ・ヒノキの人工林地帯で発生したものという先入観が立ちやすい。まさに、今回の庄原周辺の災害においてもその状況であった。

災害発生の2日後にヘリから見たときに、特に、目立ったのは、伐採跡地、幼齢林地(若齢林地)での崩壊・土石流の集中発生である。この現象は従来から知られていて、ひとつは、地上部の樹冠や枝葉が雨水の直接地面に到達することを遮断する効果が発揮されるかどうかの影響として、もうひとつは、根系の効果が発揮されるかどうかの影響として解釈されている²⁰⁾。後者は特に、スギ・ヒノキの人工林地帯で、伐採・植栽されてから数年～十数年後に、その効果が極小になることから説明されている。しかし、庄原の土砂災害現地においては、雑木林の伐採後のふたたび雑木の幼木が育ちはじめているところでも集中発生している。すなわち、前者の効果の違いが現れていた可能性がある。定量的な解釈は今後の調査を待たねばならないが、植生地上部の遮断の効果についてはこれまでも定量的な一般的な解釈ができていないので、今回の庄原市周辺の災害からは今後貴重なデータが得られるものと思われる。

また、目立った点としてもうひとつあげておきたい。先述したことも関係するが、雑木林の成林が表面を覆っている地帯でも崩壊や土石流が多発しているところが見られることである(前出写真-4)。先述したパイピングや水の噴き出しからもわかるように、今回の豪雨の大きさが植生の違いを超えてはるかに支配的なものとして、崩壊や土石流発生の要因として作用したことが指摘できる。

3.5 現地調査から見られる崩壊・土石流発生位置の特性

1988年7月21日未明発生の広島県北西部土石流災害や1999年6.29広島土砂災害のときにも、ひとつひとつの土石流等の発生位置が谷地形の発達との関係で、リニアメントとの関係を見出すことができることを指摘した²¹⁾。今回の2010年7月16日発生の庄原市周辺の土石流災害においても、その発生位置はある程度直線上に起きているように



写真-8 崩壊や土石流が直線上に並んでいる様子(2010年7月18日撮影, 庄原市)

見える。写真-8は災害発生2日後のヘリからの視察時の一画面であるが、筋状に見える崩壊・土石流が稜線を越えて反対側の斜面にも、さらに、谷部を越えて、次の山体の斜面にも、さらに同様にその先にも、直線上に並んで発生している様子が見える。

今回崩壊や土石流等が集中発生したところは、数km四方のごく限られた範囲なのであるが、さらに周辺のエリアまで含めた河川や溪谷、稜線などの示しているリニアメントの構造はまさに、今回の狭い範囲で線状に起きている状況の拡大版であるといえる。

実際、土石流の流下した谷すじには、溪床の岩盤に縦断方向の小断層と思われる部分が調査溪流の多くに認められる。その脇には破碎帯と思われる一部粘土化したところも認められ、それと堆積岩類層が接しているところもある。また、縦断方向ばかりでなく、ときおり流路を横断する方向に粘土脈をともなう小断層が走っている。溪床の基盤に露出した流紋岩や安山岩岩盤も、比較的細かな数十cm幅の節理や割れ目が入っている。

脈状に粘土が介在することがあるものの、岩そのものは比較的硬く、外力によってかんたんに砂状になってしまう風化した花崗岩類とはその点で大きく異なっている。また、巨石や巨礫は少ないが、数十cmサイズ程度の角張った石礫が多いことも花崗岩類とは異なる特徴である。

これらのことから、発生位置は断層に影響されたところが多いと思われる、地盤の状況からもともと短時間の強雨はしみ込みにくい性質を持っているが、今回のように、事前に多くの先行降雨があった場合には脈状の亀裂等を通して山体内にもたまるような状態となり、そこに加わった短時間の強雨が水圧の急上昇を発生させ、地盤内部から地表に向かって噴き出すような形態の水の流れを発生させたものと想像される。

4. まとめにかえて

中国地方の土砂災害の危険度の高さは、自然的な素因・誘因と社会的な素因という両面からの考察をすることでようやく理解ができる。自然的な要因だけであれば、他地域にはさらに厳しい地形や気象条件のところが存在する。しかし、特に、広島県を代表として中国地方には風化した花崗岩類やまさ土の分布地域が多く、地質的な観点からは危険度の大きくなる要因としてあげることができる。また、ふだんから多くの雨にさらされることが少ないことから、風化して弱いはずの斜面構造が多くの地域に残された状況にあるといえる。すなわち、瀬戸内周辺地域がもっと雨の多い地域であったとすると、頻繁に土砂移動現象が起きていて、結果的に今よりは耐力のある地盤構成になっていたかも知れない。そんな状況であれば、人々も今よりも土砂災害に備える居住の仕方をしていただけた可能性もある。頻繁に土石流や洪水流に襲われる危険性の高い谷すじや谷の出口付近には居住することを避けていたかも知れない。

しかし、実際は、特に、豪雨などの異常気象になっても警戒心を持つこともなく、土砂災害の危険箇所にそれを意識することもなく住んでいる人々が多いのが現状である。

1999年の6.29広島土砂災害を契機に、2000年からは土砂災害危険区域図(ハザードマップ)の積極的な公開、土砂災害防止法の制定と法的な居住制限・建築制限・警戒避難対策の義務化など、また、雨量情報等の気象情報の積極的な伝達・公表、インターネットを通じた情報伝達網の整備、近年では土砂災害警戒情報の発表等が進められている。従来のハード対策と合わせて、防災環境は確実に整ってきている。しかし、これらの取組も一般住民に実際に利活用されてはじめて価値を持つものとなるが、現状はそうはなっていないし、ほとんど知られていないような状態である。まだまだ行政側の伝える努力が十分ではないといえる。

もしかすると防災を単独にとりあげるだけではなく、生活や余暇の一環として、生きていることの喜びと災害が起きたときにも何としても生き残りたいという気持ちを抱かせるような日々の環境づくりがもとにあって、同時に防災にも取り組まれることが重要なのではないだろうか。

参考文献

- 1) 武居有恒監修：「地すべり・崩壊・土石流—予測と対策」, 鹿島出版会, 1980.
- 2) 山田剛二, 渡正亮, 小橋澄治：「地すべり・斜面崩壊の実態と対策」, 山海堂, 1971.
- 3) Press, F. and Siever, R.: Understanding Earth, 2nd ed., W.H.Freeman and Company, 1998.
- 4) Cruden, D.M. and Varnes, D.J.: Landslide types and

processes, Chapter 3, 'Landslides - Investigation and mitigation-(Special report 247)', ed. Turner, A.K. and Schuster, R.L., National Academy Press, pp.36-75., 1996.

- 5) 渡正亮, 小橋澄治：「地すべり・斜面崩壊の予知と対策」, 山海堂, 1987.
- 6) 武居有恒：「砂防学」, 山海堂, 1990.
- 7) 小橋澄治, 中山政一, 今村遼平：土砂移動現象の実態, 2章, 「地すべり・崩壊・土石流」武居有恒監修, 鹿島出版会, pp.28-64, 1980.
- 8) 建設省河川局砂防部傾斜地保全課：日本の地すべり, パンフレット, 砂防広報センター発行, 1995.
- 9) 「砂防便覧」, 昭和58年版, 昭和62年版, 平成20年版, (社)全国治水砂防協会発行, 2008, 1987, 1983.
- 10) 貞方昇：中国地方における鉄穴流しによる地形環境変貌, 溪水社, 309p.+巻末資料, 1996.
- 11) 島津邦弘：山陽・山陰 鉄学の旅, 中国新聞社, 300p., 1994.
- 12) 気象庁ホームページ：過去の気象データ検索気象統計情報, <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (2010.7.1.確認)
- 13) 広島市: 1999.6.29 豪雨災害体験談, 30p., 2000.
- 14) 海堀正博, 杉原成満, 中井真司, 荒木義則, 山越隆雄, 林真一郎, 山下祐一：2010年7月16日に発生した広島県庄原市の土砂災害の緊急調査報告, 砂防学会誌, Vol. 63, No. 4, 印刷中, 2010.
- 15) 古川浩平, 海堀正博, 久保田哲也, 地頭菌隆, 権田豊, 杉原成満, 林真一郎, 池田暁彦, 荒木義則, 柏原佳明：2009年7月21日山口県防府市での土砂災害緊急調査報告, 砂防学会誌, Vol.62, No.3, pp.62-73, 2009.
- 16) 日浦啓全, 海堀正博, 末峯章, 里深好文, 堤大三：2004年台風10号による徳島県木沢村と上那賀町における土砂災害緊急調査報告(速報), 砂防学会誌, Vol.57(4), pp.39-47, 2004.
- 17) 松村和樹, 海堀正博, 水原邦夫, 末峯章, 戎信宏, 野呂智之, 山越隆雄：2004年台風23号における岡山県玉野市、香川県さぬき市周辺の土砂災害(速報), 砂防学会誌, Vol.57(6), pp.40-46, 2005.
- 18) 海堀正博：平成21年7月21日山口県防府市周辺で発生した土石流災害の誘因について, 第5回土砂災害に関するシンポジウム論文集, 土木学会西部支部, 2010年8月, 印刷中, 2010.
- 19) 広島県砂防課：平成22年度庄原地区土砂災害の発生状況, 2010年8月2日現在とりまとめ資料.
- 20) 海堀正博：広島地域における土砂災害危険度の高い要因と警戒避難のための降雨情報伝達における課題, 広島大学大学院総合科学研究科紀要II, 環境科学研究, vol.1, pp.55-69, 2006.
- 21) 海堀正博：1999年6月と9月の豪雨による崩壊と土石流の発生場と氾濫堆積場の特徴, 文部省科研報告書「1999年6月西日本の梅雨前線豪雨による災害に関する調査研究」(研究代表者: 福岡捷二広島大学教授), pp.61-82, 2000.

(2010年8月3日 受付)