

大量降雨イベントによる土砂移動の規模変化 —2005 年宮崎県鰐塚山の深層崩壊—

宮崎大学農学部 清水 収

1. はじめに

近年、気候変動に伴って、土砂災害を引き起こす大雨の降り方が激しくなっている。具体的には、各地において時間雨量や日雨量などの記録の更新が相次いでいるほか、総雨量が 1,000mm を超える大雨もたびたび発生している。このような大雨の激化によって土砂災害や土砂移動現象がどのように変化するかを事例収集し、体系的に整理して評価することが、今後の防災対策や危機管理の上で重要である。本研究は、2005 年 9 月台風 14 号によって大規模な土砂災害が県内各地で発生した宮崎県のうち、深層崩壊の発生事例として典型的な鰐塚山を題材として、上記の課題意識に基づいて降雨と土砂移動の規模変化を検討したものである。なお、鰐塚山で発生した土砂移動現象の実態は、鰐塚山山系土砂災害対策検討委員会（2006）にまとめられているので、本文中の土砂移動状況については、その事実認定に基づいていることを付記する。

2. 降雨の状況

2005 年 9 月台風 14 号は遅い速度で北上して九州南部に接近したため、九州の太平洋側で 4 日間にわたり多量の降雨に見舞われた。宮崎県では内陸の山間部の多いところで総雨量が 1,000mm 以上となり、鰐塚山もその一つであった。

鰐塚山は宮崎市の南西に位置し、標高 1,118m の山頂付近にアメダス観測所がある。図-1 に時間雨量と累加雨量、ならびに住民証言に基づく崩壊発生時刻（前出の委員会、2006）を示した。降り始めから崩壊発生時までの累加雨量は 889mm であった。また今回の最大時間雨量は 46mm、最大日雨量は 5 日の 388mm であった。

これらを過去の記録と比較するため、図-2 に 1976 年アメダス開始以来の各年の最大値を示した。図中の矢印は今回の 2005 年を示す。日雨量はこれまでの最大が 382mm（1999 年）なので、今回はそれを更新したがその差はわずかであった。他にもそれ以前に 350mm 程度の日雨量が 2 回記録されていた。また時間雨量は既往最大が 92mm（1999 年）であるが、今回の 46mm は毎年発生する水準であることがわかる。一方、総雨量の多さを過去と比較するために、今回の 9 月 4～6 日の 3 日間の雨量 979mm がほぼ総雨量を表すことから、年最大 3 日雨量を指標とした。これまでの大きな値は 591mm（1999 年）、538mm（1997 年）などであり、これらと比べて今回は 1.5 倍以上と突出して大きかった。

以上をまとめると、今回の降雨は、3 日間にわたる総雨量の極端な多さで特徴づけられ、最大日雨量と最大時間雨量については過去に発生してきた水準であった。

3. 土砂移動の状況

鰐塚山の北斜面には表-1 に示す 4 つの流域が東から順に並んでいる。それらの流域で数 ha 規模の深層崩壊が多数発生し、大量の崩壊土砂が土石流となって流出して、その堆積土砂が各河床を谷幅一杯に埋塞した。この河床の土砂埋塞は、大規模な所で幅 60～80m、厚さが 5～8m にも及んでいる（前出の委員会、2006）。被害は、キャンプ場などの野外活動施設と、道路や治山・砂防施設が土砂に埋没し、また下流の農業用ダムの貯水池に流木と土砂が流入した。しかし、住家は下流の段丘上に位置したため、幸い被害を受けなかった。

表-1 は流域ごとの崩壊生産土砂量と、それらが崩壊残土や河床堆積として流域内に堆積した土砂量を示す。生産土砂量と堆積土砂量を比較すると数値はほぼ似ており、大部分の土砂が基準点より上流の各流域内に残留したと考えられる。流域面積が最大の別府田野川の例で説明すると、流域内の生産土砂量の合計は 380 万 m^3 にも達し、流域面積 1km² あたり約 25 万 m^3/km^2 にもなる。これらの土砂は、大部分が次に述べる大規模崩壊によって生産されており、例えば小面積の表層崩壊などは発生数そのものが少なく、このことは 4 流域に共通していた。別府田野川では上流で分岐する支流群の源頭部において、崩壊土砂量が数 10 万 m^3 の大規模な崩壊が計 8 ヶ所発生し、そのうち 2 ヶ所は崩壊土砂のほとんどが残留し地すべり性とみなされた。これら大規模崩壊の平均崩壊深は、11m と計算された。

このような深さ 10m オーダーの深層崩壊が多数発生し、一方で表層崩壊が少なかった原因として、亀裂の多い地下構造が考えられる。付近一帯の基岩である砂岩頁岩互層は、風化等の影響により砂岩が大小のブロックに割れていて、地下深くまで割れ目が非常に多い。一方で、表土層はほとんど発達しておらず土層厚は 50cm 程度である。この構造のため、雨水の地下浸透が著しく、浅い所には飽和帯が出来ないので表層崩壊は起こりにくい地域だと思われる。さらに、多量の雨水が地下深部に浸透した

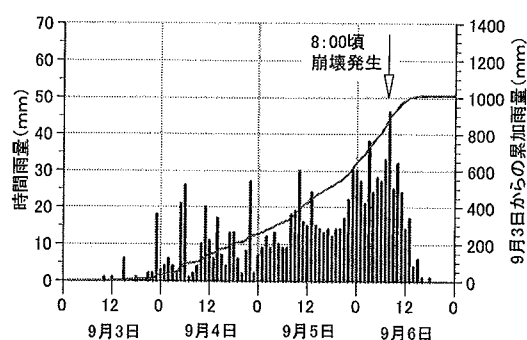


図-1 2005 年台風 14 号によるアメダス観測所鰐塚山でのハイトグラフと崩壊発生時刻

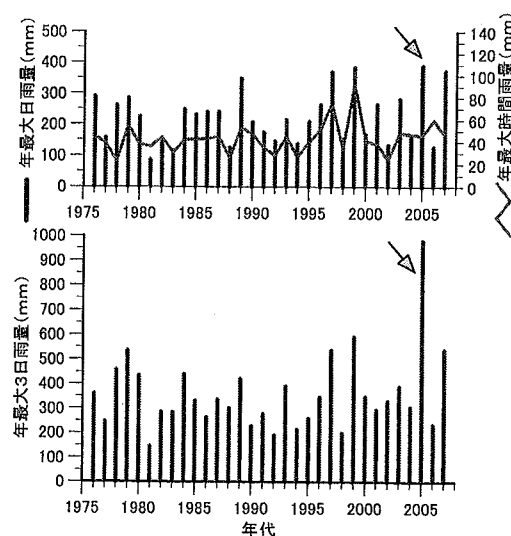


図-2 アメダス観測所鰐塚山での 1976 年以降の年最大時間雨量、年最大日雨量、年最大 3 日雨量

段階で、何らかの理由により浸透－流出のバランスが崩れ、浸透水の過剰状態となって土層内の間隙水圧が高まり、安定性を失った斜面が崩壊を生じたと考えられる。

4. 過去の災害記録

鰐塚山における過去の土砂災害として、昭和 14 年（1939）の台風による大雨災害があり（宮崎県土木部、2006）、その状況を表－2 にまとめた。別府田野川と片井野川が流れ込む清武川流域で激甚な災害となり、これを契機に別府田野川で治山事業が、その後砂防事業も開始されている。この災害時の崩壊発生状況は不明だが、昭和 22 年撮影の空中写真には崩壊地が認められ、その崩壊面積率は今回の 10 分の 1 であった（前出の委員会、2006）。雨量については山麓の田野において 2 日間で 430mm と記録されており、これは今回の田野での総雨量と比べて 2 分の 1 未満であった。

この昭和 14 年以降には、鰐塚山では特段の土砂災害は記録されていない。先の図－2 に示したように、1976 年以降でも日雨量や 1 時間雨量の大きな降雨は発生してきたが、大きな土砂災害には至っていない。

以上の点を考えると、2005 年の土砂移動は過去に経験の無い大規模なものであり、しかも今回のような総雨量の多い降雨イベントで大規模な現象が起こる、というのが鰐塚山の特性と推察される。

5. 雨の変化に伴う土砂移動現象の変化

図－3 に、気候変動に伴う大雨の変化とその結果として生ずる土砂移動の変化について、普遍的に想定される事項と、その中で 2005 年鰐塚山の場合に認められた事項を示す。まず、雨の降り方がどう変わるかは、一般的に降雨強度が大きくなる場合と総雨量が増える場合がある。この両者は同時に出現することもあるだろう。鰐塚山の場合では総雨量が極端に多く、しかし最大日雨量や最大時間雨量は過去に発生済みの水準だった。そして、土砂移動がどう変わるかについては、崩壊や土石流の数が増えるか、一つ一つの規模が大きくなるかの、二つの場合が想定される。さらにそれらの変化の現れ方として、雨の増大に比例して連続的に変化するのか、あるいは雨がある閾値を超えた時に突然変化するのか、のどちらかが想定される。加えてその後者の一つのパターンとして、これまで当該地域で発生記録がないため想定されていない現象が出現する場合があるだろう。鰐塚山の場合には、当地でこれまで記録のない深層崩壊の、しかも大規模な集団発生であった。鰐塚山の斜面には過去の大規模崩壊の痕跡と思われる地形が数多く認められるが、砂防計画の上でそれらは想定される現象ではなかったため、ここに該当すると考えた。なお、この台風 14 号では宮崎県内で多数の大規模な深層崩壊が発生し（谷口ら、2006）、それらには連続雨量の多さが共通していたことから（小宮山ら、2006）、上記の内容は鰐塚山だけの事例ではなく、台風 14 号時に宮崎県内で広く認められた様式と考えられる。

この経験から考えられる今後の防災上の課題として、2 点を挙げたい。一つは、砂防計画の計画規模を表現する対象降雨の指標が最大日雨量や最大時間雨量である場合に、今回のような数日間の総雨量が多いイベントについては砂防計画上の位置づけが困難となっており、何らかの適切な指標が必要であること。もう一つは深層崩壊に対してであり、危険区域の抽出法の進展とその発生ポテンシャルの大小をある程度でも判別する方法の開発である。

参考文献

鰐塚山山系土砂災害対策検討委員会、宮崎県土木部砂防課（2006）鰐塚山山系土砂災害対策検討委員会報告書、68pp.

宮崎県土木部（2006）宮崎県における災害文化の伝承、72pp.

谷口義信、清水収（2006）2005 年 9 月 6 日の台風 14 号による宮崎県の土砂災害、平成 18 年度砂防学会研究発表会概要集、p.30-31

小宮山賢太郎ほか（2006）平成 17 年台風第 14 号により発生した宮崎県内の土砂災害の実態、平成 18 年度砂防学会研究発表会概要集、p.306-307

表－1 2005 年台風 14 号による鰐塚山の各流域における生産土砂量と流域内堆積土砂量

流域名	流域面積 (km ²)	生産土砂量 (m ³)		堆積土砂量 (m ³)		
		[単位面積あたり:m ³ /km ²]		崩壊残土	渓床堆積	合計
別府田野川	15.52	3,826,000	[246,560]	2,175,000	1,640,000	3,815,000
片井野川	7.76	966,000	[124,400]	514,000	450,000	964,000
境川	6.33	1,469,000	[232,120]	508,000	505,000	1,013,000
七瀬谷	1.08	524,000	[484,030]	262,000	197,000	459,000

鰐塚山山系土砂災害対策検討委員会・宮崎県土木部砂防課（2006）より編集して作成

表－2 鰐塚山における 2005 年台風 14 号以前の土砂災害

<昭和 14 年(1939)10 月台風による大雨>

● 被害概要

別府田野川と片井野川で土砂流出。下流の清武川で大洪水。清武川で堤防決壊。家屋流失。死者 32 名。田畑被害約 100ha。これを契機に、別府田野川で治山事業が開始される。

● 土砂移動の内容

詳細は不明。ただし昭和 22 年空中写真で崩壊地が認められる。別府田野川の崩壊面積率 0.23%（2005 年災害では 2.43%）

● 降雨状況

田野：10/15-16、2 日間合計 430mm

宮崎：10/15-16、2 日間合計 657mm、最大 24 時間雨量 587mm。

気候変動 ⇒ これまでと違った雨が出現

2005 年鰐塚山の場合

● 実際にどのような雨の降り方に変わるのか？

降雨強度（1 時間・日）の増大

総雨量（1 イベント）の増加

極端に多い総雨量（3 日間）

頻度に関しては；豪雨の頻発（同一地域での反復）

● 土砂移動（崩壊、土石流等）がどう変化すると想定されるか？

数（発生箇所）が増える

一つ一つの規模が大きくなる

それらは雨に比例して連続的に変化するのか

あるいはある閾値を超えた時に突然変化するのか

⇒ 当該地域で経験（記録）のない現象が出現 深層崩壊（地形痕跡はあり）

頻度に関しては；土砂流出の頻発（活動性河川になる場合も？）

● 2005 年鰐塚山の経験から考えられる今後の防災上の課題

総雨量の多さが原因で起こる土砂災害の、砂防計画上の位置づけ

；計画規模を表現する際の対象降雨の指標（日雨量・時間雨量）の問題

深層崩壊の危険地ならびにその発生ポテンシャルの判別

図－3 降雨の変化に伴う土砂移動変化の想定と鰐塚山のケース