

9. 広島県南西部における土石流を発生させた崩壊の豪雨別分布状況

—安芸郡坂町小屋浦および呉市安浦町市原地区の2 溪流を例に—

Distributions of surface failures causing debris flow in southwestern Hiroshima Prefecture

○児玉真一・木村哲雄・山地修二((株)地質工学)

1. はじめに

平成 30 年 7 月豪雨(以下、2018 年豪雨)により九州、四国、近畿地方の広い範囲において、甚大な土砂災害が発生した。広島県下においても崩壊や土石流が起こり、多大な被害を受けた。広島県下では、従来から土砂災害が繰り返されてきた。

2018 年豪雨による災害発生直後から、筆者らは広島県南西部を中心に空中写真¹⁾を利用し、多発した崩壊や土石流の抽出作業(2 万 5 千分の 1 地形図へ転写)を始めた。抽出作業を行いながら、次のような疑問が浮かんできた。土石流を引き起こした過去の崩壊地はどうなったのだろうか？今回の崩壊との関連性はどうなっているのだろうか？

そこで過去の豪雨災害時の土石流を引き起こした崩壊を空中写真で抽出し、2018 年豪雨時の崩壊と比較検討した。その結果、過去と 2018 年豪雨の崩壊分布に大きな差異が認められた。それらの差異を確かめるために、現地にて 2018 年豪雨および過去の崩壊状況を直接観察することとした。

現地調査は、流域内に崩壊が多発し土石流が繰り返し発生した所、かつ岩種の異なる 2 溪流を選んで実施した。それらの溪流は、花崗岩類分布域の安芸郡坂町小屋浦と流紋岩類分布域の呉市安浦町市原から選定した(図-1)。なお、天満(1972)²⁾によると小屋浦の天地川では、1907 年以降 4 回の土石流が発生していると報告されている。また、市原で選んだ溪流出口には、見事な沖積錐が形成されており、土石流が繰り返し発生してきたことを示している。



図-1. 調査対象溪流の位置図

地質調査所(1986)20 万分の 1 地質図「広島」に加筆

2. 空中写真の判読結果

2018年豪雨の災害を含め、広島県南西部で発生した主な土砂災害記録を表-1に示す。

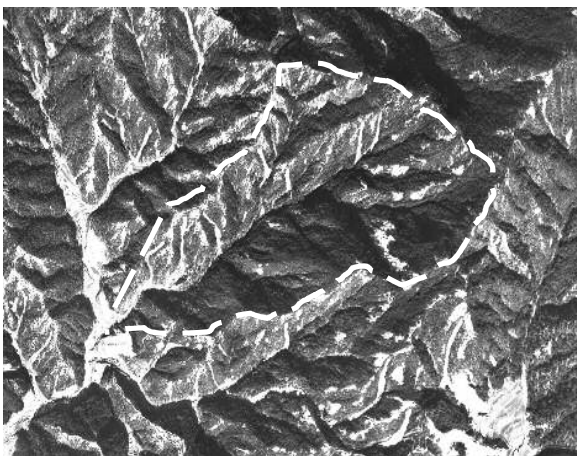
これらの災害のうち、1945年9月17日(1945年枕崎台風)時以降からは、空中写真で状況を判読することができる。1948年以降の空中写真をチェックした結果、表-2に示す空中写真を利用し、広島県南西部での崩壊履歴の検討ができることが分かった。なお、最も古い空中写真は1947年であるが、対象溪流上空には雲が多く判読困難なため、1948年の空中写真を使用した。図-2に小屋浦地区の1948年撮影と2018年撮影の空中写真を示す。

表-1. 広島県南西部の主な土砂災害記録^{2)~9)}

発生年月日(西暦)	要因	主な被災地	被害概要	連続雨量	最大時間雨量
明治19年8月13日(1886)	豪雨	大竹市、大野町	三ツ石川(大竹市、死者7名)、丸石川(大野町、死者13名)	—	—
明治35年8月10日(1902)	豪雨	倉橋町、呉市	須川(他)倉橋町、死者36名)、大津江川(他)呉市、死者7名)	142.6mm(16時間) ⁵⁾ 呉	—
明治36年7月14日(1903)	豪雨	倉橋町、川尻町、呉市	須川(他)倉橋町、死者23名)、大津江川(他)呉市、死者32名)	135.2mm(12時間) ⁵⁾ 呉	82.4mm ⁵⁾ 呉(4時間)
明治40年7月15日(1907)	豪雨	安芸区、坂町、海田町	死者177名、負傷者118名	75.9mm(8時間) ⁵⁾ 呉	71.2mm ⁵⁾ 呉(4時間)
大正12年7月12日(1923)	豪雨	安芸区、坂町	死者15名、負傷者11名	105.2mm(18時間) ⁵⁾ 広島	36.0mm ⁵⁾ 広島
大正15年9月11日(1926)	豪雨	安芸区、府中町	死者100名、負傷者58名	322.8mm(13時間) ⁵⁾ 広島	79.2mm ⁵⁾ 広島
昭和3年6月24日(1928)	豪雨	広島市、安佐郡、府中町	死者8名、負傷者3名	149.6mm(24時間) ⁵⁾ 広島	25.0mm ⁵⁾ 広島
昭和20年9月17日(1945)	枕崎台風	県南部	死者2,012名、負傷者1,054名	218.7mm(24時間) ⁶⁾	57.1mm ⁶⁾
昭和26年10月15日(1951)	ルース台風	県全域	死者166名、負傷者361名	283.4mm(24時間) ⁶⁾	26.2mm ⁶⁾
昭和42年7月9日(1967)	豪雨	呉市	死者159名、負傷者231名	317.0mm(3日) ⁶⁾	74.7mm ⁶⁾
平成11年6月29日(1999)	豪雨	広島市、呉市	死者31名、負傷者59名	271mm(24時間) ⁶⁾	81.0mm ⁶⁾
平成18年9月16日(2006)	台風13号	広島市、北広島町、安芸高田市他	死者1名、行方不明者1名、負傷者22名 佐伯湯来	259mm(24時間) ⁵⁾ 佐伯湯来	58mm ⁵⁾ 佐伯湯来
平成22年7月11日(2010)	豪雨	庄原市、呉市他	死者5名、負傷者6名	436mm(6日) ⁷⁾	91mm ⁷⁾
平成26年8月20日(2014)	豪雨	広島市	死者74名	235mm(3時間) ⁵⁾ 上原	121mm ⁸⁾ 三入東
平成30年7月6~7日(2018)	豪雨	広島県南部	死者115名、行方不明者5名、負傷者146名	309.5mm(24時間) ⁹⁾ 呉	51.5mm ⁵⁾ 呉

表-2. 使用した空中写真

地区	整理番号	コース番号	写真番号	撮影年月日	撮影縮尺	撮影計画機関	対応する土砂災害
小屋浦	USA	M2-6	82	1948.01.07	15927	米軍	1945年 枕崎台風
	USA	M2-6	83	1948.01.07	15927	米軍	
市原	USA	M850	57	1948.03.19	43742	米軍	
	USA	M850	58	1948.03.19	43742	米軍	
	USA	M949	5	1948.04.29	44000	米軍	
	USA	M949	6	1948.04.29	44000	米軍	
	MCG705X	C1	29	1970.05.22	20000	国土地理院	1967年 豪雨
MCG705X	C1	30	1970.05.22	20000	国土地理院		



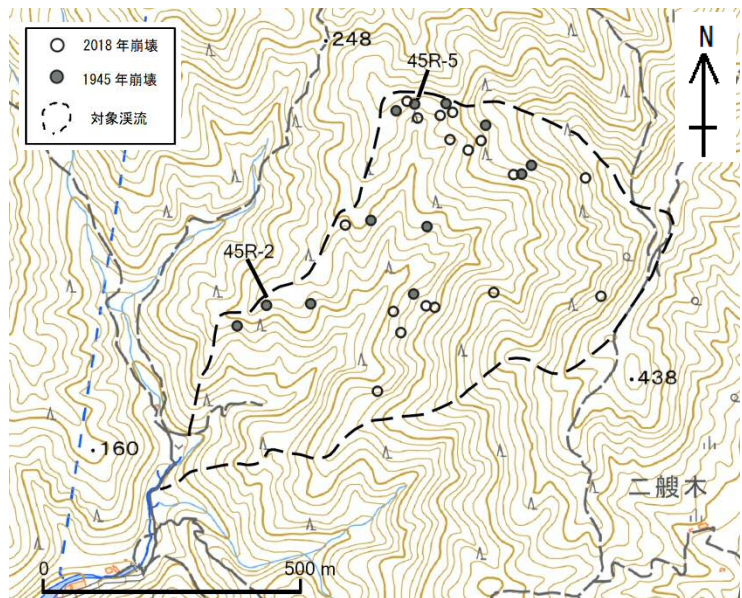
(a) 枕崎台風時の状況(1948年モノクロ)

(b) 2018年豪雨時の状況(国土地理院電子Webカラー)

図-2. 1948年と2018年の空中写真(小屋浦地区の例 破線で囲む範囲が対象流域)

小屋浦地区および市原地区の溪流において、流域内の崩壊を抽出した結果を図-3に示す。

花崗岩類分布域の小屋浦地区と流紋岩類分布域の市原地区ともに、1945年の枕崎台風時(黒丸)と2018年豪雨時の崩壊(白丸)がほとんど重なっていない。市原地区で、2箇所のみにおいて両時期の崩壊が重なっている(18R-4、18R-8地点)。また、市原地区では、1967年の豪雨時に崩壊が2箇所(67R-1、67L-1地点)で認められる(67R-1、67L-1地点)。



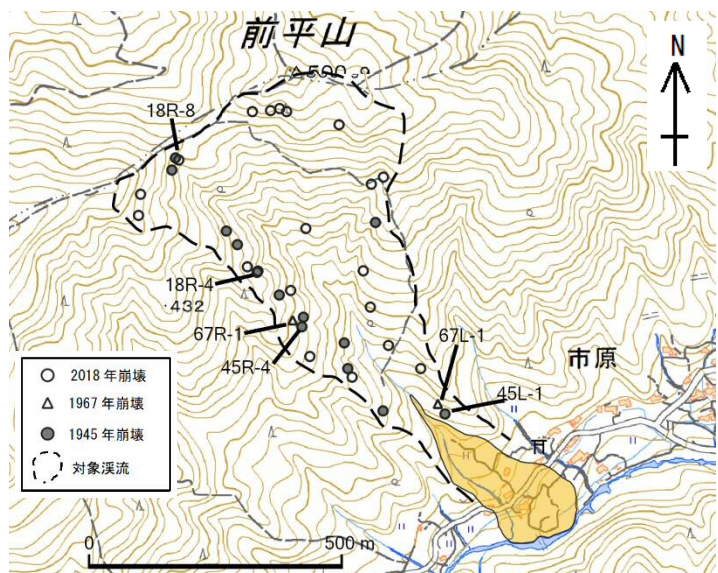
(a) 小屋浦地区(花崗岩類分布域)

3. 現地調査の結果

空中写真判読により抽出した過去および2018年の崩壊について、現地調査を行った。現地では、まず過去の崩壊地の有無の確認を行い、次に2018年豪雨の崩壊を含め抽出したすべての崩壊について、発生部の地形、崩壊規模、地質状況、植生および水状況の観察を行った。

小屋浦地区では、1945年および2018年の合計29崩壊、市原地区では1945年、1967年、2018年の合計35崩壊について調査を行った。

1945年に発生した崩壊は、小屋浦地区、市原地区ともに空中写真で判読したほぼ同じ位置にすべて崩壊跡地が確認できた。崩壊地内部には雑木が育っているが、崩壊の輪郭をはっきりと残し、崖部の多少の崩れはあっても崩壊発生時の形をほぼそのまま残している。代表的な例を図-4、図-5に示す。



(b) 市原地区(流紋岩類分布域)

地理院地図に加筆。1945年時崩壊13箇所、1967年時崩壊2箇所、2018年時崩壊20箇所。溪流出口には大きな規模の沖積錐が形成されている(図中の18R-8等は崩壊地点番号を示す)。

図-3. 対象溪流の崩壊分布図

1967年に発生した崩壊は市原地区の2箇所だけであったが、どちらの崩壊も輪郭をはっきりし、1945年時の崩壊よりも輪郭が明瞭である(図-6)。なお、2018年に発生した崩壊は、もとより地肌がむき出しで、遠くからでも崩壊の位置が確認できる。

なお、小屋浦、市原地区の崩壊は表層崩壊であり、規模200m²以下で崩壊深さ1~1.5m程度のものが大半である。最上部のこれらの崩壊が契機となり、下方の斜面表層土層や溪床堆積物を巻き込み土石流を発生させている。



45R-2 地点



45R-5 地点

崩壊の崖

図-4. 小屋浦地区における 1945 年時の崩壊地の状況 (崩壊地点番号は図-3(a) 参照)



45R-4 地点



45L-1 地点

図-5. 市原地区における 1945 年時の崩壊地の状況 (崩壊地点番号は図-3(b) 参照)



67R-1 地点

崩壊の崖



67L-1 地点

図-6. 市原地区における 1945 年時の崩壊地の状況 (崩壊地点番号は図-3(b) 参照)

市原地区では 1945 年と 2018 年の崩壊が 2 箇所重なっている。その 1 箇所(18R-4 地点)は、1945 年の崩壊時に流出しなかった崩土が崩壊地内に残り、2018 年豪雨時に再崩壊したものと考えられる(図-7)。



(a) 18R-4 地点

(b) 18R-8 地点

図-7. 1945年と2018年時の崩壊が重なった箇所

(a) 図-3(b)中の18R-4地点。崩壊頭部の位置は1945年、2018年と変化がない。1945年時の残存した崩土が再崩壊。(b) 図-3(b)中の18R-8地点。1945年の頭部崖の中央部が2018年時に上方へ拡大している。

もう1箇所(18R-8)は、1945年に発生した崩壊の中央付近の崖の一部が上方へ拡大する形で2018年の崩壊が生じている(図-7)。なお、崩壊頭部のすぐ上方は、尾根であり、集水地形は認められない。

4. まとめ

2018年豪雨で発生した土石流や崩壊を空中写真から抽出する作業中に抱いた疑問に対し、次のような解決の糸口が得られた。

- ① 広島県南西部の花崗岩類および流紋岩類分布において、2018年に発生した崩壊は、過去の豪雨(1945年)で発生した崩壊とは異なる位置で発生している(1945年時の崩壊両地区合わせて25箇所中2018年時に重なったのは市原地区の2箇所のみである。92%の割合で重なっていない)。つまり、豪雨時に土石流の引き金となる崩壊は、過去の崩壊とは直接関連していないところで大半の崩壊が発生している。それまで崩壊が発生していない新たな斜面に崩壊が発生し、同じ溪流で土石流を引き起こしていることになる。
- ② 1945年時、1967年に発生したほとんどの崩壊において、その後の豪雨により上方や近隣部への拡大はしていないように見受けられる。51~73年間(2018年時点)当初の崩壊形態をほぼ残したままの状態にある。なお、市原地区で1967年に発生した崩壊が2箇所で認められるが、これらの崩壊の輪郭をなす崖は1945年時の崩壊と比べより明瞭であり、崖部が年数とともに少しずつ崩れていることを示している。これらが進行すればやがて崖は失われ、崩壊は崖を失った凹地形となり崩壊の痕跡が認め難くなっていくものと考えられる。
- ③ 豪雨時に生じた崩壊が、次の豪雨で容易に上方や側方へ拡大していない理由は、地表水は降雨の度に同じように集まり浸透し、流れていると考えられるが、崩壊すべき土塊(強風化帯)が失われているためと考えられる。次に崩壊が発生するためには、表層部の強風化帯が形成されるための長い時間が必要と考えられる。
- ④ 市原地区では、2018年の溪流で発生した17箇所の崩壊のうち、2箇所が1945年のものと

重なっている。それらの崩壊の状況は、1945年時の残存する崩壊土砂が再崩壊したケース、崩壊頭部が一部上方へ拡大したケースである。これらの現象を考えると、豪雨時に発生した崩壊後の再崩壊を予測する着目点として、現地踏査にあたって崩壊土砂の残存量と安定性および崩壊上方部の不安定土塊の有無(キレツの有無)の詳細な把握が重要と考えられる。

参考文献

- 1) 国土地理院：地理院地図, 平成 30 年 7 月豪雨, 正射画像, 広島坂町地区(7/9, 11 撮影), <https://maps.gsi.go.jp/>
- 2) 天満(1972): 広島湾岸地域の水害 ―とくに山津波について―, 地理科学, 18 巻, pp. 1-12.
- 3) 日本地理学会のホームページ: 日本地理学会災害対応委員会, 平成 30 年 7 月豪雨, 広島県内の水害・土砂災害の発生年表および水害碑分布, 熊原康博・小山耕平作成, <https://ajg-disaster.blogspot.com/2018/07/3077.html>
- 4) 広島県: 土砂災害ポータルひろしま, 過去の主な土砂災害, <https://www.sabo.pref.hiroshima.lg.jp/portal/sonota/saigai/002dosya.htm>
- 5) 気象庁のホームページ: 過去の気象データ検索, <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- 6) 広島県(1999): 平成 11 年 6 月末 梅雨前線豪雨災害 6.29 土砂災害(速報版), 広島県土木建築部砂防課.
- 7) 広島県(2011): 平成 22 年 7 月豪雨による広島県の土砂災害, 広島県土木局土木整備部砂防課.
- 8) 広島県(2015): 平成 26 年 8 月 20 日発生 8.20 土砂災害, 広島県土木局砂防課.
- 9) 気象庁(2018): 平成 30 年 7 月豪雨(前線及び台風第 7 号による大雨等).