昭和63年7月島根県におけるがけ崩れ災害

Slope Failures in Shimane Prefecture in July 1988

吉松 弘行*	青木 隆典*
Hiroyuki YOSHIMATSU	Takanori AOKI
西川 純一*	藤沢 和範*
Jun'ichi NISHIKAWA	Kazunori FUJISAWA

Abstract

Heavy rain lashed Shimane Prefecture in July 1988, triggering slope failures and flood in many places especially in Hamada, Kanagi and Misumi districts. 87 slope failures damaged houses and 4 people were killed by some of them.

These slope failures were investigated and described in this report. These districts have experienced many slope failures caused by heavy rain in July 1983. At that time 765 slope failures occurred in Shimane Prefecture and 40% of those were in above districts.

Considering rainfalls required to produce slope failures, each district has almost the same effective rainfall in both cases.

1. はじめに

昭和63年7月13日から15日および20日から21日、島根県では日本海から南下した梅雨前線の影響で激しい降雨に見舞われ、浸水による住家被害、冠水による農業被害、道路の決壊など数多くの被害もたらされた。このうち浜田市から三隅町にかけての県西部地方では、とりわけ降雨が集中し、急傾斜地におけるがけ崩れ災害が発生し、4名の死者・行方不明者がでた。この地方では58年7月にも集中豪雨があり、数多くのがけ崩れ災害が発生し、91名もの犠牲者がでている¹⁾。今回のがけ崩れ災害の素因および誘因を58年のそれらと比較し、がけ崩れの特徴を得るために、現地調査を実施し、若干の検討を加えた。

現地調査に際しては、島根県砂防課の協力をいただいた。記して感謝申し上げる。

2. 地形・地質

調査対象地は図-1の地質略図に示される、浜田市から三隅町に至る海岸線とそれより12、3 kmほど脊梁山地に入る地域である。行政区画としては、浜田市、三隅町、さらに金城町、弥栄村の一部が含まれる。

中国山地にみられる緩い起伏面や平坦面は、脊梁山地をつくる標高約1,000mの道後山面と吉備高原・周防高原・石見高原をつくる標高400~600mの吉備高原面および標高400m以下の瀬戸内面の3つに区分されている³⁾。本

調査地域には、このうちの吉備高原面に相当する山稜が脊梁山地側にわずかに分布するが、多くには瀬戸内面相当の丘陵地が広がっている。平坦地は少なく、河川の沖積面、段丘面としてわずかにみられる程度である。主な水系としては、北から浜田川、周布川、三隅川があり、脊梁山地側から日本海に向かってNW-SE方向に流下する。

本調査地域の地質は、大別して三郡結晶片岩、これを貫く古第三紀の火山岩類、深成岩類、さらにこれらを覆って新第三紀の火山岩類が分布する(図-1)。

三郡変成岩はNE-SW方向に細長く分布するものの一部で、三隅町一帯に分布するものと、浜田市東部・金城町北部に分布するものがある。これらは、泥質片岩・砂質片岩が主体で、後者には珪質片岩・塩基性片岩が伴う。片理は東西方向で北へ傾斜している。

古第三紀の弥栄層群の流紋岩・同質火砕岩、浜田層群の安山岩・石英安山岩・同質火砕岩は調査地域の中央部に分布し、花崗岩、花崗閃緑岩の岩体に貫かれている。新第三紀の国府火山岩類の安山岩・同質火砕岩は浜田市街を中心として分布し、岩相変化に富み、一部は風化・変質が目立っている。

3. 降雨の特徴

今回の降雨は、梅雨前線の移動に伴い発生したもので、比較的狭い地域に集中している(図-2)。7月13~15日の降雨では浜田市街地を中心に総雨量400 mm以上(浜田測候所で410 mm)を記録している。この時、三隅町では134 mmの降雨量が記録されている。浜田測候所にお

* 建設省土木研究所砂防部急傾斜地崩壊研究室
Slope Failure Division, Erosion Control Department,
Public Works Research Institute, Ministry of Construction

図-1 調査地域の地質略図(文献²⁾を簡略化)

総降雨量(mm) 1988年7月13日2時～15日24時

図-2 今回の災害前半の際の等降雨量分布図

ける雨量記録をみると(図-3),極めて短時間のうちに降雨が集中したことがわかる。15日1時から連続6時間で341 mmの降雨量を示し,その間,84 mmの最大時間雨量を記録している。浜田市街地より17 km離れた金城町波佐でも,類似の経過を示しているが(図-4),総雨量263 mmで浜田市のその3分の2ほどである。この降雨の終息後,そよそ4日半後に,再びこの地方に降雨がみられた。この時は,浜田市街地より18 km離れた三

隅町市街地一帯に降雨が集中した(図-5)。ここでは7月20日13時より15時間のうちに344 mmの雨量があり,その間,20日21時より4時間連続で308 mm,最大時間雨量100 mmを記録している(図-6)。

4. がけ崩れ災害の発生

(1) 概要

今回の降雨によって発生したがけ崩れが,島根県砂防課により87件報告されている(8月6日時点)。この報告は家屋に対し一部破損以上の被害を与えたがけ崩れに限られており,山腹斜面の崩壊などは含まれていない。図-7は,これらのうち被害の集中している地域を取り上げたもので,87件

のうち74件が示されている。この87件のうち76件は7月13～15日の降雨の際に発生したもので,残りの11件は7月20～21日の降雨の際に発生したものである。

図-7の地域内で調査した51カ所のがけ崩れを概観すると,安山岩の風化部から斜面が滑落したもの(40%),結晶片岩の風化部から斜面が滑落したもの(20%),崖錐の部分から斜面が滑落したもの(14%),安山岩の堅硬な岩盤上の表土が滑落したもの(14%),花崗岩風化部(マ

図-3 浜田測候所における降雨記録
破線は半減期48時間の実効雨量

図-6 三隅町の雨量観測所における降雨記録
破線は半減期48時間の実効雨量

図-4 金城町波佐の雨量観測所における降雨記録
破線は半減期24時間の実効雨量

総降雨量(mm) 1988年7月20日13時~23日8時

図-5 今回の災害後半の際の等降雨量分布

サ)から斜面が滑落したもの(4%)のほか、砂岩凝灰岩互層、砂礫層などの滑落がある。

これらは崩壊面の傾斜角が $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ のものが一番多く、 $30^{\circ} \sim 55^{\circ}$ のもので約8割を占めている(図-8)。凡例に示す分類による相違は目立たないが、表土の滑落の場合ではやや傾斜が大きく、花崗岩風化部の場合ではやや傾斜が小さい傾向がみられる。傾斜角を θ としたときの $\sin \theta$ を横軸にとり、崩壊土量との関係を見ると(図-5), $\sin \theta = 0.55$ を中心に、崩壊土量は、上下にごく幅は広いが上に凸の分布を示している。また、崩壊土量が $1,000 \text{ m}^3$ を越えるようなけ崩れは、崖錐の滑落の1例を除き、安山岩、結晶片岩の風化部の滑落である。以上の特徴から傾斜角の大きい斜面では、大規模な崩壊が起こりにくく、傾斜角の小さな斜面でも同様なことが窺われる。これは傾斜角の小さな斜面では、たとえ風化が深くても安定がちなのに対し、傾斜角の大きい斜面でかつ風化が厚い状態では通常でも安定し得ないため、大きな崩壊の要因を備えていないことを示唆している。

かけ崩れの集中している箇所は、前後半それぞれの降雨の集中域(図-2, 5, 7)によく対応している。地域的な発生頻度をみると、浜田地区(44件)に集中し、次いで金城地区(19件)が多く、三隅地区はやや少ないようにみえる。それぞれの地質は、浜田地区が安山岩・同質火砕岩、金城地区が結晶片岩と花崗岩類、

三隅地区が結晶片岩で代表される。この地区的にみた発生頻度の違いが、地質の相違に関連するがけ崩れの素因

図-7 今回のがけ崩れ災害の発生地点

図-8 崩壊した斜面の傾斜角度のヒストグラム

- △ 安山岩風化部の滑落
- 結晶片岩風化部の滑落
- 崖錐の滑落
- ▲ 段丘堆積物、砂岩凝灰岩互層の滑落
- 花崗岩風化部の滑落
- 表土の滑落

の違いによるものなのか、降雨量の大小によるものなのか、あるいは急傾斜地崩壊危険箇所数の多寡によるものなのかは検討を要する。たとえば、地区別に今回のがけ崩れ件数と急傾斜地崩壊危険箇所数との比をみると、浜田地区は0.32 (44/139)、金城地区は 1.00(19/19)、三隅地区は0.11 (9/82)となっている。がけ崩れの発生し始めた時の雨量は、発生時刻の報告精度の問題や降雨量の時間経過を近傍の雨量観測所のデータで代用することの誤差のために正確さに欠けることがある。このような条件下でそれぞれのがけ崩れが発生し始めた時の降り始めからの累加雨量をみると、今回は浜田地区で約200 mm、金城地区で約140 mm、三隅地区で約220 mmである。浜田地区、三隅地区に比べ、金城地区はやや少ない降雨量で発生し始めている。これは金城地区では強く風化した結晶片岩、マサ化した花崗岩類での崩壊が占めていることと関連するとみられる。

(2) 代表事例の記載

浜田市黒川町における例

浜田市断崖山の北側斜面に発生したがけ崩れは、高さ20m、幅15m、深さ2～3mの規模で、基岩の安山岩溶岩、火山角礫岩、凝灰角礫岩から発生したものである(図-10)。崩壊土量は1,000m³の規模に及んでいる。崩土の到達距離は70mでアパート1棟を崩壊させている。崩

図-9 斜面傾斜角の正弦と崩壊土量の関係
凡例は図-8 に同じ

図-10 浜田市における崩壊事例

壊の頭部は遷急線付近に位置しており、崩壊した斜面の傾斜は 45° である。この斜面の地質は一連の安山岩質の火山活動の産物で下位から凝灰角礫岩、自破砕溶岩～火山角礫岩、安山岩溶岩がみられ、その間に安山岩が岩脈状に貫入している。上位の安山岩溶岩は節理が発達し、風化に伴いそれがかなり緩んでいる。その下位の火砕岩は変質および風化作用により軟質になっている。このような条件下で降雨が安山岩の節理に浸透し、斜面の安定を減じ、さらに火砕岩の弱面に浸透し、崩壊に至ったと推定される。崩壊の形が半馬蹄形のようにになっているのは、斜面に向かって左側頭部にクラックが連続することから推定されるように、馬蹄形に崩壊しようとしたものが、左下部の凝灰角礫岩が風化が弱く硬いために右半分の崩壊に留まったとみられる。

三隅町向野田郷における例

このがけ崩れは結晶片岩分布域での例で、高さ10m、幅10m、深さ2mの規模で発生したものである(図-11)。崩壊土量 200m^3 であるが、斜面末端に待ち受け擁壁(待ち受け部の高さ0.8mの擁壁と高さ1.5mのストーンガード)が設置されていたため、家屋に対しては軽微な損害を与えたに留まっている。厚さ1mの表土の下に泥質片岩は崩壊斜面中央では $\text{N}80^\circ\text{E}$, 24°SE の片理面を持っているが、小規模な褶曲がみられ崩壊の左右では片理が内側を向いている。斜面中程の遷急線付近では奥行き3m程平坦に削り取られ墓地が造られている。がけ崩れはこの墓地の直下から発生し、上部では 70° 、下部では 45° の角度で滑落している。この崩壊は、頭部付近に水が集まりやすい微地形になっていること、泥質片岩が風化を受け片理方向とそれを横切る割れ目が発達していること、片理構造が湾曲していることなどが崩壊要因であり、降雨の浸透により安定を欠き滑落したものともみられる。

(3) 斜面安定計算の試み

降雨の浸透による斜面崩壊の発生を安定計算によって説明する方法として、たとえば駒村⁴⁾は、降雨が斜面に一定能力で浸透して安全率が1に低下する際の土層の飽和度を降雨量に換算して崩壊発生危険雨量を求めている。

ここでは、後述するがけ崩れが発生し始める時の実効雨量と関連付けるために、崩壊斜面内に実効雨量に相当する水量が逐時浸透するものとして、前記の2例をモデルに円弧すべりの簡便法を用いて安定計算を試みた。この2地点では表-1中に示す物性値を得てい

図-11 三隅町における崩壊事例

るが、地表面付近の値に比べて崩壊面ではより大きなせん断強度を持つと考えられ、これを計算する際に粘着力を増加させる(浜田市黒川町の例で 2.2 Tf/m^2 、三隅町向野田郷の例で 1.5 Tf/m^2) ことによって補った。飽和度の変化に伴う粘着力の変動は前出⁴⁾の方法に従い、飽和度100%で乾燥時の3分の2になるようにした。入力する粘着力を加減することにより、安全率が1となる時刻とがけ崩れが発生し始めた時刻が一致する図-12が得られた。

これは降雨の経過に応じた斜面の安全率変化を安定計算から追跡できる可能性を示しているが、崩壊する部分の物体値を正確に取り込まなければならないということも同時に示唆している。従って、がけ崩れの予測として利用していくためには今後の検討を要する。

表-1 表層土の物性値並びに一面せん断試験結果

採取地点	浜田市黒川町	三隅町向野田郷
み かけ比重	1.34	1.58
含水率	25.6%	25.6%
空隙率	54%	56%
飽和度	51%	58%
粘着力	1.2 Tf/m^2	0.2 Tf/m^2
内部摩擦角	24.2°	40.6°

図-12 時間経過に伴う安全率の変化

- (a) 浜田市断崖山(図-10)をモデルにした計算
(b) 三隅町郷(図-11)をモデルにした計算

5. 58年災害のがけ崩れとの比較

島根県下では昭和58年7月に梅雨前線による集中豪雨で765件のがけ崩れが発生している。このうち、今回との比較対象となる浜田地区では162件、金城地区では12件、三隅地区では119件のがけ崩れが発生している。これを今回のがけ崩れと比較することは、がけ崩れ発生に至る雨量を検証する意味で有意義である。

58年災害時の等雨量線図（図-13）、浜田、金城、三隅の各地区における降雨経過（図-14～16）、がけ崩れ発生分布（図-17）と今回のそれらを比較する。58年の時の降雨は県西部一帯にわたり、総降雨

総降雨量(mm) 1983年7月20日0時～23日24時

図-13 昭和58年7月豪雨災害の際の等降雨量分布図

図-14 昭和58年7月豪雨災害の際の浜田測候所における降雨記録
破線は半減期48時間の実効雨量

図-15 昭和58年7月豪雨災害の際の金城町波佐の雨量観測所における降雨記録
破線は半減期24時間の実効雨量

図-16 昭和58年7月豪雨災害の際の三隅町雨量観測所における降雨記録
破線は半減期48時間の実効雨量

図-17 昭和58年7月豪雨災害時のがけ崩れ災害の分布
文献²⁾より引用

量 500 mm を越える地域の広がりとは今回より大きい。それに対応してがけ崩れの発生も広がっており、発生件数も多い。がけ崩れが発生し始めるまでの雨量を58年と今回の場合について、累加雨量で比較することは降雨の経過が異なるために正確さに欠けるであろう。そこで、半減期48時間を用いて1時間毎に計算した実効雨量（金城地区においては適合性を考慮し、半減期24時間を採用，図-3，4，6，14，15，16）で，がけ崩れが発生し始める雨量を比較する。この実効雨量は58年，今回の順に浜田地区で170 mm，180 mm，金城地区で130 mm，三隅地区で230 mm，210 mm となる。地区によってこの実効雨量が異なるのは，がけ崩れの発生しやすさを表しているものと解釈される。すなわち，金城，浜田，三隅地区の順にがけ崩れが発生しやすく，これは表層地質の風化度合が影響している可能性が指摘できるが，さらに

定量的検証が必要である。

今回のがけ崩れ災害が58年の場合に比べて件数が比較対照地域内でおおよそ4分の1と少なかったことについては，次の3つの可能性が考えられる。①降雨域，降雨量が小さかった。②58年の災害の際に崩壊可能性の高い斜面が多数がけ崩れを起こし，崩壊可能性の高い斜面が減少した。③58年の災害以後，急傾斜崩壊防止工事が進んだ。これら3つの可能性については，いずれもある程度ずつ関与していると推定されるが，それを定量的に見積るためには今後の詳細な検討を必要とする。

6. あとがき

昭和63年7月に島根県に発生したがけ崩れ災害の概要を説明し，58年の災害と比較することにより，実効雨量の考え方で地区別崩壊発生の時点が指摘できる可能性が得られた。しかし両災害の被害の内容の比較については今後の検討課題である。

参考文献

- 1) 島根県：昭和58年7月豪雨災害の記録，島根県，p. 287，1984年
- 2) 中国地方土木地質図編纂委員会：中国地方土木地質図，国土開発技術センター，1984
- 3) 日本の地質「中国地方」編纂委員会：日本の地質7「中国地方」，共立出版，p. 290，1987年
- 4) 駒村富士弥：表層崩壊発生危険雨量の予測，地すべり，Vol. 25, No. 1, pp. 7~12, 1988
- 5) 国土庁土地局：土地保全図（島根県），国土庁土地局，p. 233，1986

（原稿受理日 平成元年2月1日）

小川村袖地地すべりの変形像

—表面ひずみ速度テンソルの測定とその応用—

「地すべり」Vol. 26, No. 2 (通巻第98号) 1989年 (平成元年) 9 月

釜井 俊孝

地すべりの地表に5本の杭で構成される測定ネットを設置し、杭間距離の変化を計測して、表面ひずみ速度テンソルを決定した。測定ネットはほぼ正方形で、四隅と中央に杭が設置されている。1987年～1988年にかけて、長野県、小川村袖地地すべりの8ヶ所で計測を行った。独立な3個のテンソル成分について最小自乗法を適用し、8個の測定値から4個の条件式を導いて誤差を求めた。主ひずみ速度はほぼ $\pm 6 \times 10^{-4} / \text{day}$ の範囲であり、その方向や面積ひずみ速度、最大せん断ひずみ速度は、地すべりの変形状態を反映し、クラックの方向や移動の季節的变化などと良く一致している。また、表面ひずみ速度テンソルを測定結果を考慮することにより、地すべりの移動モデルに改良を加えることができる。

すべり面の構造についての事例研究

「地すべり」Vol. 26, No. 2 (通巻第98号) 1989年 (平成元年) 9 月

紀平 潔秀

地すべり地における土質・岩石試験結果について

「地すべり」Vol. 26, No. 2 (通巻第98号) 1989年 (平成元年) 9 月

山田 正雄

昭和63年7月島根県におけるがけ崩れ災害

「地すべり」Vol. 26, No. 2 (通巻第98号) 1989年 (平成元年) 9 月

吉松弘行、青木隆典、西川純一、藤沢和範

昭和63年7月、島根県下では集中豪雨により87件の家屋被害を伴うがけ崩れが発生した。その多くは浜田市、三隅町、金城町の3地区に集中している。このがけ崩れの特徴について記載した。当地では昭和58年7月にも集中豪雨によるがけ崩れが多数発生している。がけ崩れが発生し始める雨量について半減期を用いた実効雨量と比較すると、3地区それぞれについて、58年と63年の場合は良く一致し、がけ崩れ発生予測のてがかりを示す。

小清地すべりの概要

「地すべり」Vol. 26, No. 2 (通巻第98号) 1989年 (平成元年) 9 月

山形県林業課