

昭和42年7月豪雨による山くずれ分布と地質との関係について

黒田和男・大久保太治

通商産業省地質調査所応用地質部環境地質課

青柳信義*

通商産業省地質調査所中国出張所

On Some Relations Between the Geologic Characteristics and the Distribution of Landslides by the Heavy Rain of July 1967

By

Kazuo Kuroda, Taiji Okubo and Nobuyoshi Aoyagi

Geological Survey of Japan, Tokyo

Abstract

Many landslides were caused by the heavy rain of July 1967 in Kure City and on Geiyo Islets in the southeastern part of Hiroshima Prefecture. The writers considered the relation between the distribution of landslides and the photogeologic characteristics of rocks which constitute the studied area, with the aid of aerial photographs taken after the heavy rain. Results of investigations are summarized in tables 1 and 2.

Differences in the distribution of landslides between the rock-units are attributed to erosional properties of the rock-units. In addition, it is found that a topographic surface of 100-130m is well correlated to the concentration of heights of landslide crown.

Table 1

Rock unit	Kind of rocks	Marked photogeologic feature	Mean height of ridge
I Dykes	Granite-porphry and fine-grained granite	Ridge or cliff form	—
II Hiroshima granitic rocks	Mainly coarse-grained biotite granite	Higher drainage density	150 m
III Takada rhyolitic rocks	Massive rhyolitic tuff excluding the lowermost breccia-conglomerate	Angular ridge	350 m
IV Paleozoic system	Mainly clayslate slightly altered by contact metamorphism	Dense vegetation	350 m

Table 2

Rock unit	Number of landslides per unit area**	Maximum height of crown	Debris flow
II	20-30	100-150 m	frequent
III	10-20	150 m	rare
IV	less than 10	irregular	rare

** A circle with the diameter of 1km

* 現在の勤務官署：地質調査所燃料部

目	次
1. 緒 言	74
2. 地質の概要	74
3. 地質と地形との関係	76
4. 気象と被害の概要	77
5. 山くずれの分布と地質との関係	78
6. 山くずれ多発地帯についての考察	80
7. ま と め	82

1. 緒 言

昭和42年7月9日の夕刻ごろをピークとして、広島県呉市から福山市にいたる一帯をおそった集中豪雨は、県下に多くの被害をもたらした。筆者らは、災害発生直後に呉市内のおもな被災状況を観察し、その結果をとりあえず公表した。その後、科学技術庁特別研究促進調整費により、昭和43年2月に呉市休山周辺および瀬戸内海の若干の島

の山くずれと地質との関係について現地踏査を行なった。ここでは、その概要を報告するとともに、山くずれに関する問題点を記述してみたい。

本稿を執筆するにあたって、広島県土木建設部砂防課、呉市、蒲刈町、豊町から現地踏査の際に種々援助を受けたことに感謝の意を表したい。なお、本研究に使用した空中写真は、災害後に国立防災科学技術センターが撮影したものである。

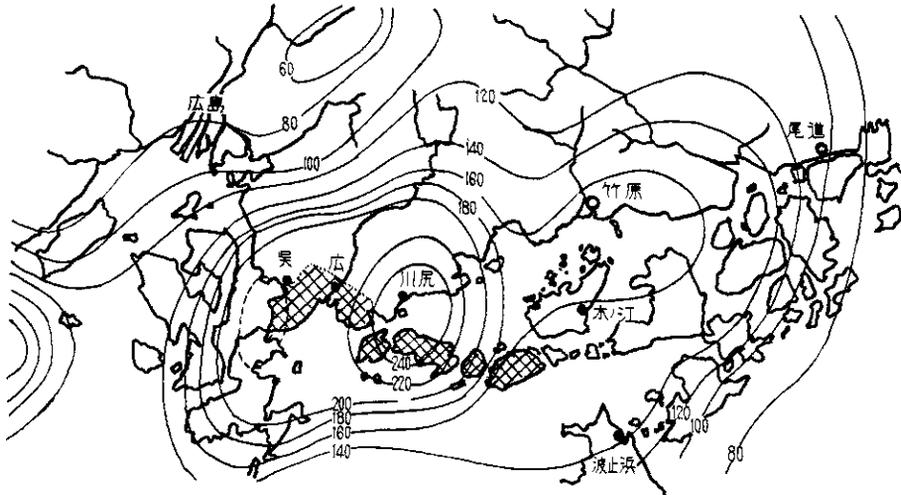


図-1 研究地域周辺要図

数字は7月9日の等雨量線の値を示す。(単位:mm)

2. 地質の概要

今回の研究の対象とした地域は呉市休山半島、阿賀郷地区、広町地区、下蒲刈島、上蒲刈島、豊島および大崎下島で、とくに地質の調査研究が目的でないために、従来の調査研究成果にもとづいて地質の概要とした。以下、主として岩石の種類とその性質を簡単に記述する。

a) 古生界

広島県地質図説明書では、県内の非変成古生界を北帯・中帯・南帯の三つのグループに区分しているが、本研究地域の古生界はその南帯のものに属している。一般に粘板岩からなり、若干の砂岩とあまり厚くないチャートおよびレンズ状石灰岩

を含むが、いわゆる輝緑凝灰岩の顕著なものをみない。また、ほとんどがホルンフェルス化している。

吉田(1963)によれば、大崎下島の南半部に分布する古生層(沖友層)は、WNW~ESEの走向で北に30°~40°傾斜し、北の部分は弱い片状構造をもつ粘板岩からなるが、南へいくにつれて片状構造は顕著となり、南端部では黒雲母片岩がみられるという。

上蒲刈島、下蒲刈島および呉市広町地区では、古生界中に石灰岩がはさまれている。この石灰岩は、ほとんど結晶質となっている。蒲刈地区の古生界は千枚岩質の珪質粘板岩・頁岩や砂岩を含む

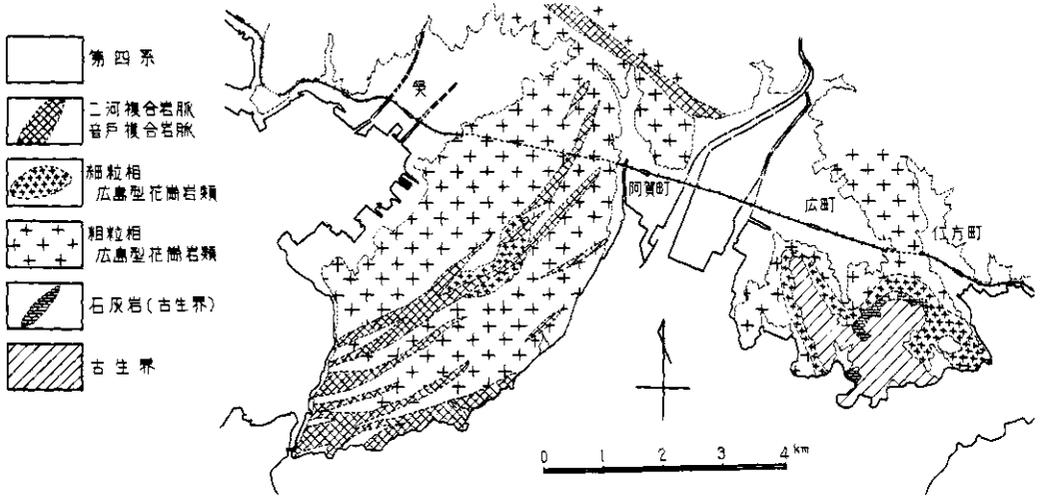


図-2 呉市休山半島周辺地質図

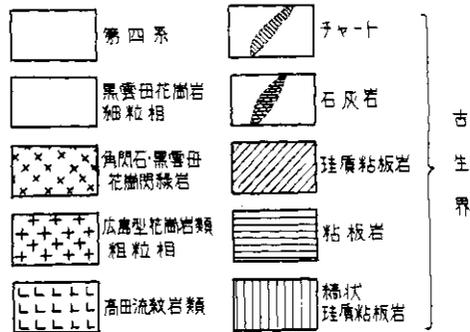
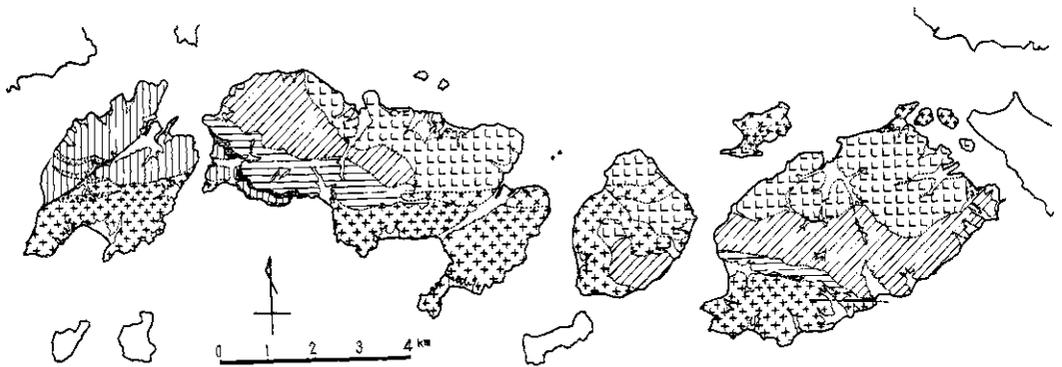


図-3 島しょ部地質図

珪質粘板岩からなり、概略の走向はNE～SWで北東にゆるく傾斜している。広町地区の古生界は珪質粘板岩を主としているが、熱変質を受けている。

b) 白亜紀火山岩類

研究地域の白亜紀火山岩類は広島県地質図説明書では、高田流紋岩類に一括され、その中の安芸津岩体に属するものとしている。岩体は、南帯の古生界を不整合に被覆し、不整合面は御手洗では水平に近く、御手洗-立花間や、豊島・上蒲刈島の大部分では北に 50° ～ 60° の傾斜をもっていると推定される。

吉田(1963)は、大崎下島の岩体を御手洗礫岩層とその上体の大長層に分けた。御手洗礫岩層の下部は、塊状の黒色頁岩と、大きいものは径1mをこえる古生層の角礫とからなる雑然とした地層で、上部になるにつれてその構成礫は小さくなり、頁岩と流紋岩質凝灰岩の薄層を挟み、同時に流紋岩の角礫を含むようになる。さらに、上位になると礫が少なくなり、均質な流紋岩質凝灰岩に移化する。大長層は、青灰色の流紋岩質凝灰岩を主体とする岩層で、ところどころによく成層した細粒の凝灰岩の層や頁岩の層を挟み込むが、全体としては塊状で、北に 30° 前後の傾きをもっている。

岩体は、全域にわたって、花崗岩の熱的影響を受けている。

c) 花崗岩類

研究地域の花崗岩類は、すべて広島型花崗岩類に属するものとされており、主として粗粒の黒雲母花崗岩であるが、ルーフ接触帯では細粒相となっている。しかし、粗粒相が壁岩と直接する場合も多い。

細粒相は、壁岩とルーフ接触をする地域のもは等粒状の細粒黒雲母花崗岩で、斑状構造を示さない。

休山半島の粗粒相を示す広島型花崗岩類には閃緑岩質の包有岩の量が増加する。また、上蒲刈島東部、豊島、三角島には閃緑岩の岩脈状の岩体がある。

d) 岩脈類

研究地域内では、呉市域に二つの大きな岩脈があり、音戸岩脈群、二河複合岩脈と称されている。

音戸岩脈群は、休山半島の地形を支配する大きな要素となっており、岩石は淡紅色の2～3cmに

も達するカリ長石と白色の曹灰長石、1cm前後の石英、少量の緑泥石化した角閃石と黒雲母の斑晶、それに青緑色の完晶質の石基とからなる含角閃石-黒雲母花崗斑岩である。

二河複合岩脈は、呉市街地の北縁を北西-南東方向に走る幅300～500mの細粒花崗岩と花崗斑岩とからなる複合岩脈である。20m前後の破碎帯をともなう。細粒花崗岩は、つねに岩脈内において、花崗斑岩を不規則な境界をもって貫いている。

e) 第四系

この地域内の第四系は、瀬戸内海に沿って僅かにみられる沖積低地を構成する。沖積層と、山地をきざむ谷の出口にみられる扇状地の堆積物である。扇状地の堆積物は、粘土まじり角礫から構成されており、今回の豪雨で発生した土石流の状況からみても、過去の土石流による堆積物とみられる。

資料によれば、呉市の休山半島西麓には後に述べる山麓の地形面上に崖錐堆積物が分布している。

3. 地質と地形との関係

前章で述べた地質の概要をもとに、地質と地形との関係を記しておく。

呉市休山半島は、NNE-SSWにのびる高さ400～500mの稜線を背骨として突出しており、これは音戸岩脈類の伸びの方向に影響されているものである。したがって、海岸に向かって急斜面が連続しており、海岸平野に乏しい。

広町地区の地形は、古生界のルーフペンダントの形に影響されており、螺山・白竹山の本体は古生界から構成され、その周囲の稜線が花崗岩類からなっている。とくにN-S方向の稜線が平行しているように見えるのは、基盤岩石(古生界および花崗岩類)の弱線によるものであろう。

下蒲刈島、上蒲刈島、豊島、大崎下島は北緯 $34^{\circ}10'$ の線に沿って東西に連なる列島を形成し、その東の延長はさらに愛媛県に属する岡村島、小大下島、大下島、大三島、伯方島へと続いている。この分布は、東西方向の断層線あるいは弱線に支配されているように見られるが、各島をよく観察すると、稜線の伸びの方向にNE-SW方向のものが多い。いずれの島も稜線は鋭くとがっていて、しかも長く続いており、その稜線の海拔高度は、その稜線を構成する地質によって異なる。

っている。谷は多くの場合、この稜線の方向と直角に急こう配のものが発達し、扇状地性あるいは崖錐性の低地をともなっている。しかしNE-SW方向の弱線に沿う谷では、長くてこう配の比較的ゆるやかなものもあり、稀れではあるが、若干の冲積低地が海岸沿いにみられるものもある。

この地形をさらに詳細に空中写真によって観察すると、たとえば上蒲刈島では古生界の分布しているところは稜線の最高点の高さ421.6mでかなりなだらかな山容を呈しているが、高田流紋岩類の分布しているところは、古生界よりもやや低い稜線の高さをもっており、花崗岩類で構成されているところは、さらに低い位置を占め、島の東端部で全山花崗岩からなる稜線の高さは、225～150mていどで谷密度も大きい。

岩質の差は土地利用の状況にもあらわれており、花崗岩からなる低い丘陵性の山はみかん畑となり、古生界の部分は多く山林となっている。以上のような岩質ごとの地形の差や土地利用状況の差異は、それら岩石のもつ風化の難易、風化生成物の物理性、化学性等にもとづくものであるが、ここでは、詳細な検討はさしひかえておくことにする。

研究地域全体を通じて海拔高度100～130mの位置に明瞭な傾斜変換線が認められる。広町地区の螺山周辺では、この傾斜変換線と古生界・花崗岩の境界位置がほぼ一致し、島の部分でも花崗岩からなる地域とその他の岩石からなる地域とを分ける高度となっているが、呉市休山半島や阿賀郷地区では、主として花崗岩からなる地域にも傾斜変換線が認められることから、100～130mの傾斜変換線と関連させた地形面と考える。

研究地域内の水系には、上記の地形面に関係した遷急点以外にも遷急点をもつものが多い。これらの個々の吟味については、また後でふれることにする。

4. 気象と被害の概要

本研究地域内の山くずれの分布を考察するにあたって、その誘因である気象の状況は文部省特定研究速報の中で前川ほかが記述している。ここで、その概要を記すと、呉市休山半島から上蒲刈島・下蒲刈島・豊島にかけての1日の日降水量分布が200mmを越えており、とくに上・下蒲刈島は降水量の極大域となっている。しかし、実際に極大域でどのような雨の集中度合があったかの

点になると具体的な資料はない。前川ほかによる呉・広・川尻・木ノ江・波止浜の7月9日における時間雨量分布は図-4のとおりで、呉・広・波

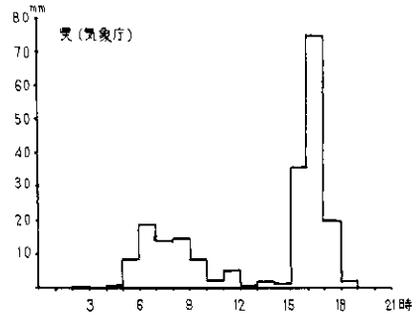


図-4(a) 時間雨量分布図

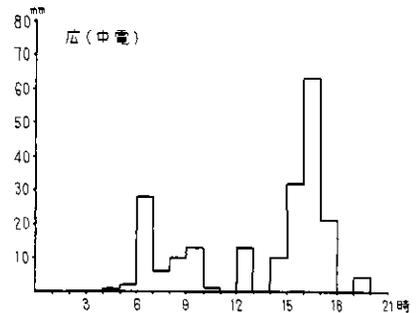


図-4(b) 時間雨量分布図

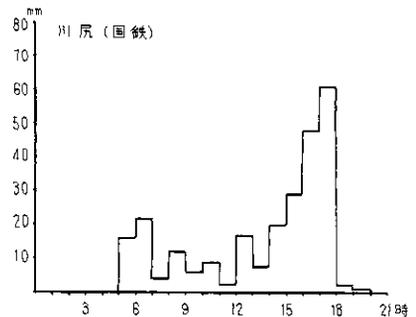


図-4(c) 時間雨量分布図

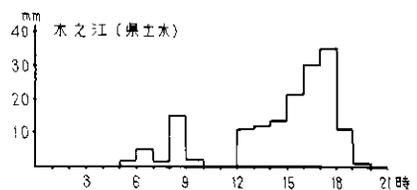


図-4(d) 時間雨量分布図

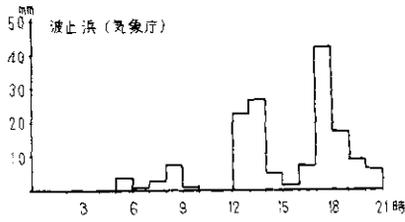


図-4(e) 時間雨量分布図

布とでは明瞭な差が認められ、前の3か所では17時から18時ごろにかけて極端な雨の集中があるが、あとの2か所では18時ごろまでに徐々に雨の強さが増大している。したがって、山くずれの分布をその素因である地質およびそれに関係する地形・林相・その他の土地利用から考察する場合にも、その誘因がいずれの降雨の型をもっていたかということが常に問題として残されてくるが、いちおうここでは除外しておく。

止浜の時間雨量分布と川尻・木ノ江の時間雨量分 今回の研究対象地域の被害の概況は表-1に示した。

表-1 被害状況表

	死者	負傷者	計	全壊	半壊	一部破損	床上浸水	床下浸水
呉市	88	102	190	289	176		6,000	20,000
下蒲刈町	5	6	11	17	49	23	64	490
豊浜村	2	15	17	14	24		50	300
豊	1	3	4	3	9		82	614

8月12日現在 広島県災害対策本部による

5. 山くずれの分布と地質との関係

本研究地域内の昭和42年7月豪雨によって発生した山くずれの分布形態を求めるために、呉市休山半島および白竹山半島については国土地理院によって呉市1:10,000地形図上にプロットされた成果を利用し、下蒲刈島から大崎下島にわた

る一帯については国立防災科学技術センターによって撮影された空中写真から山くずれと判読されるものを地形図上にプロットしたうえで、直径1kmの円内に含まれる山くずれ頭部の数を求めて、山くずれ発生度数分布等値線図にまとめてみた。この結果を図-5および図-6に示す。

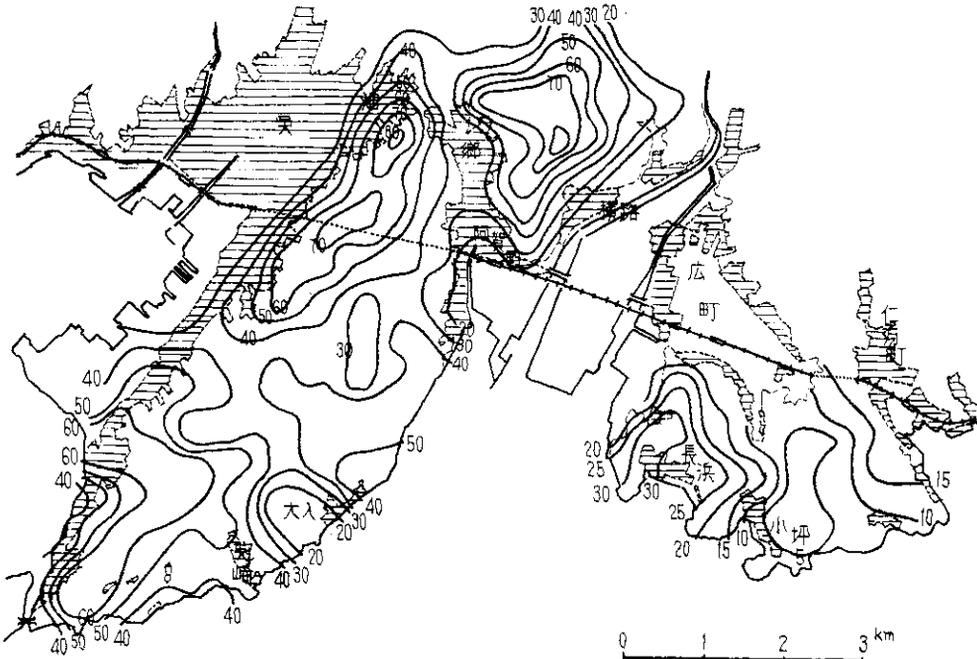


図-5 呉市山くずれ発生度数分布図数字は直径1kmの円内に含まれる個数

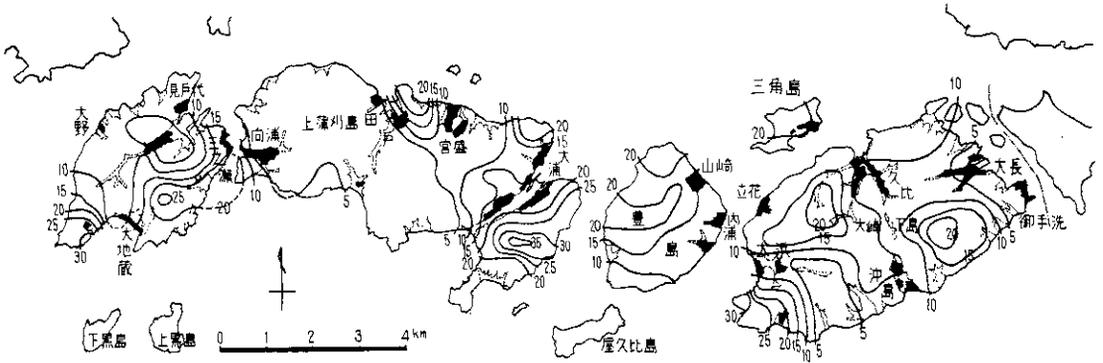


図-6 島しょ部山くずれ発生度数分布図 数字は直径1 km の円内に含まれる個数

このようにして求めた山くずれの分布をみると、呉市休山半島の稜線の西側斜面から阿賀郷地区にかけて山くずれのいちじるしく集中した部分があり、呉市長浜地区、下蒲刈島南部、上蒲刈島東端、大崎下島南西端にも山くずれが集中している。

この山くずれ分布を図-2 および図-3の地質図とそれぞれ比較してみると、諸島部については広島型花崗岩類からなる部分が直径1 km の円内に20~30個以上という値を示しているのに対して、古生界からなる部分は10以下、しかもかなりの部分が5以下という低い個所数をもっており、高田流紋岩類からなる部分はその中間の値をもっている。これは古生界がホルンフェルス化した粘板岩を主体とするち密な岩石であり、広島型花崗岩類が粗粒完晶質の岩石であるという岩石の風化特性の差によるものであろう。ただし、これと同程度に古生界の部分が山林として利用され、広島型花崗岩類や高田流紋岩類からなる部分が果樹園として利用されていることによる理由もつけ加えておく必要がある。

つぎに、山くずれ頭部の海拔高度を50 m ごとに区切って、各区分ごとの山くずれ頭部の数を集計したものを図-7に示す。この図では山くずれ頭部は海拔50~100 m および100~150 m の範囲に集中している。

この高度別分布についてみると、広島型花崗岩類からなる部分は、概して海拔150 m 以下のところに分布していることによって、さきの平面分布と対応した説明ができることは別に、上蒲刈島東部の花崗岩類からなる部分でも稜線の最高点の高さは225.2 m ではあるが、山くずれの頭の高さは150 m の稜線のところに集中し、さらに田

戸-宮盛間のように高田流紋岩類からなっている部分でも100 m 以下のところに山くずれの頭が集中している。同じ関係は、呉市休山半島周辺でも認められ、海拔150 m 前後のところに山麓階状の地形面がことに見晴町や阿賀郷地区に顕著であるが、全体として休山半島をとりまいており、さらに、長浜地区では、この地形面の範囲が広島型花崗岩類の分布する範囲ともなっている。したがって、高度別分布の型態はこの山麓階状の地形面と結びつけて考えざるをえない。

上蒲刈島をそのおもな地質構成にしたがって、東部・中部および西部と分けた場合の、山くずれ頭部の高度別分布をその hypsometric curve の一部を添えて図-7に示す。東部は主として古生界からなっており、高度別分布に大きな特徴は見あたらない。中部は高田流紋岩類を主としているが、海拔50~100 m の部分に極大点がある。西部は広島型花崗岩類を主としており、ここでは100~150 m の範囲に極大値があるが、

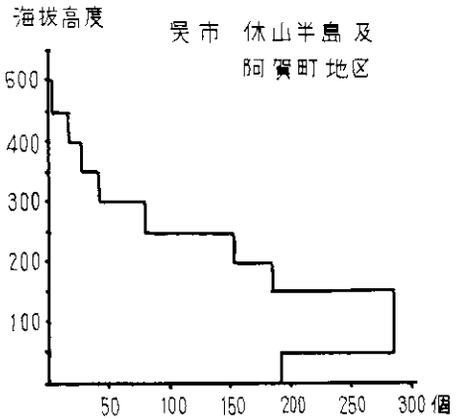


図-7 (a) 山くずれの高度別個数分布

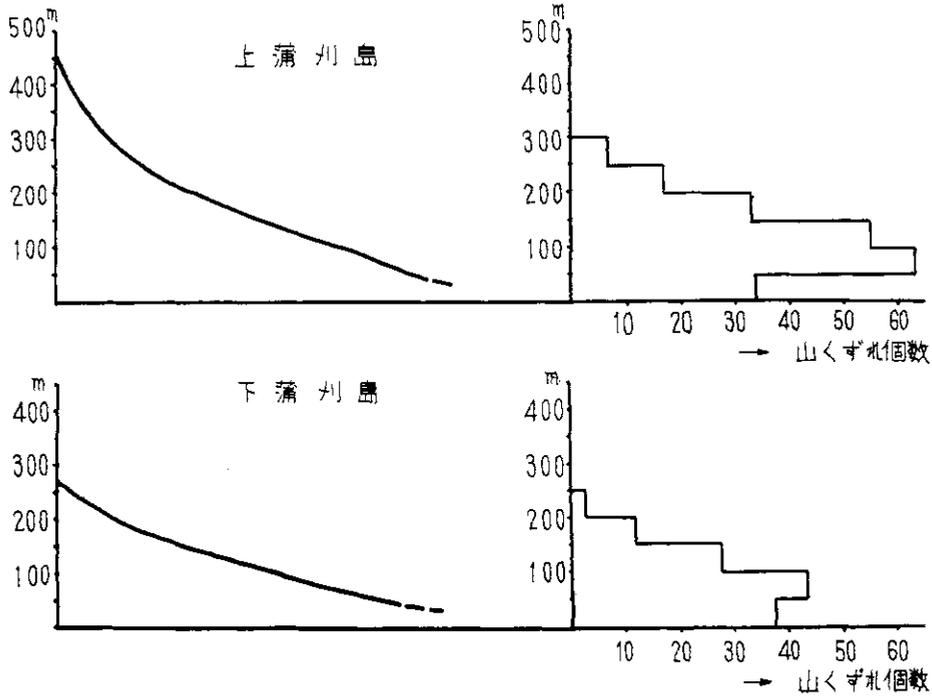


図-7(b) 山くずれの高度別個数分布

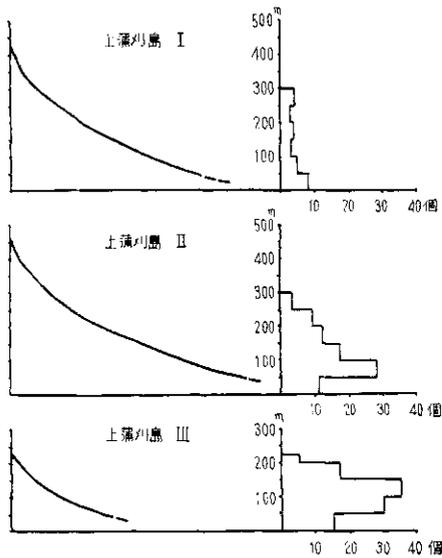


図-7(c) 山くずれの高度別個数分布

hypsometric curveに示されるようにその山型は上昇斜面型をもっており、山くずれの頭の高さが揃って集中していることがこの図から読みとることができる。高田流紋岩類からなる中部では、山くずれの頭の高さに関係なく山くずれが分布し、

古生界を主とする東部では、むしろ島の高い位置に山くずれが集中しているということも図-7から判定される。

6. 山くずれ多発地帯についての考察

すでに前項において、山くずれの地域別度数分布の極大点を含む多発地域の地質上の特徴を述べたが、ここで、さらに若干の考察を追加する。

a) 横路北西方の山腹斜面

ここでは、海拔350~400mの急峻な山腹斜面に崩壊団地と称してもよい程度に山くずれの集中している個所がある。地質は広島型花崗岩類で、休山半島に分布するものとほとんど変わらない。文部省特定研究速報によれば、集中豪雨の際の強雨域の中心がちょうどこの位置を通過している。したがって、この山腹斜面の崩壊団地と称してもよいものは、地形・地質条件よりはむしろ単純に強雨域の中心が通過したことにより、直径1kmの円内に80か所という割合の山くずれの集中があったことによるものであろう。

b) 畑一郷地区

この地区の山くずれ(および斜面崩壊も含めて)は、山麓階状の地形面が広く発達しており、しかも、この地形面上および地形面をきざむ谷に沿っ

て民家が密集してここに災害が発生した。

文部省特定研究速報の中で梅垣・柿谷は呉市休山半島周辺の崩落の型を(I)から(XIII)までの13種に分類し、それぞれ表-2のような発生数を記している。この中で、(I),(II),(III)の分類は、崩落

表-2 各型の崩落数

型	崩落数	型	崩落数
(I)	79	(VII)	2
(II)	74	(IX)	3
(III)	7	(X)	18
(IV)	29	(XI)	12
(V)	32	(XII)	7
(VI)	18	(XIII)	14
(VII)	37	合計	332

梅垣・柿谷による

個所の上部に狭小でも道路・広場・庭・畑地などの平坦部があるもので、これだけで崩壊の約半分の数を占めている。この平坦部が阿賀郷地区の場合、150m前後の地形面である。

さらに、梅垣・柿谷は基盤岩の中でとくに広範

な分布を示す比較的粗粒ないし中粒の黒雲母花崗岩の風化状態を

第一風化帯：完全に真砂化した部分

第二風化帯：見掛けは原岩の組織を残存しているが、軽い打撃によって容易に崩壊する部分

第一風化・第二風化漸移帯：第一風化の真砂の中に第二風化帯に属する岩石が部分的にブロック状に存する場合

第三風化帯：節理に富み、地下水・地表水の浸透した形跡が認められる部分

未風化帯：第三風化帯に漸移する。

のように分け、第8図に示す風化度分布を描いている。この中で、第一風化帯に属する部分は、くり返し述べている地形面に相当する所である。

武永(1968a)は、広島市街地西方の鈴峯山地を研究し、その中に広島型花崗岩類を

A：風化の弱い

B：半風化

C：硬質部の混った

D：マサ状

の四つの段階に区分したが、このマサ状に風化したDの範囲は、海拔100~130m以低の侵食緩

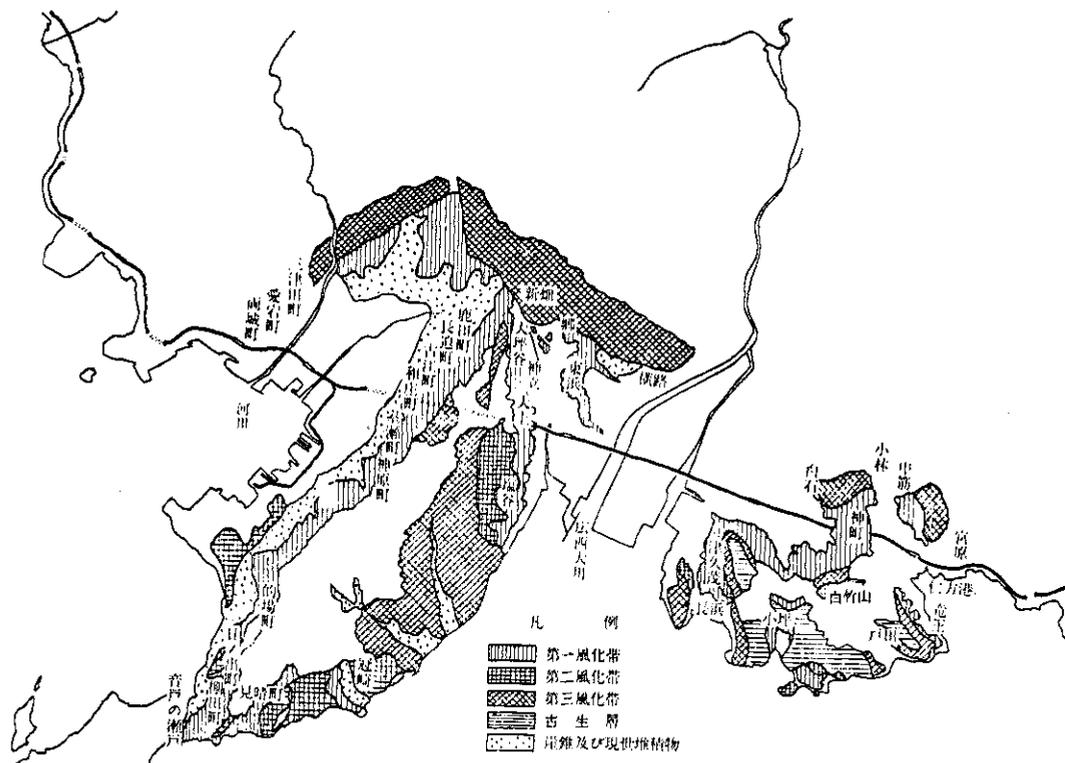


図-8 風化度分布図(梅垣・柿谷による)

斜面山脚と武永(1968a)が命名した地形分類とほとんど一致している。

そのほか、呉線沿線地方、あるいは芸予諸島を通じて海拔高度約150m以下の地形面がしばしば発達し、今回の研究の対象とした地域で海拔高度約150m以下で、花崗岩質岩石あるいは高田流紋岩類からなる部分に山くずれの頻度の高い箇所は、この地形面に関係した風化帯が山くずれ機構とも関連をもっているとしてよい。

c) 上蒲刈島大浦地区

上蒲刈島の南東端で、花崗岩質岩石から構成されている地域に、多くの土石流が集中発生している。土石流は、今回の研究地域にはときどきみられるが、大浦地区を代表とする花崗岩地帯には、とくに目立っており、図-6にもその影響が現われている。

一般に土石流が発生しやすい条件には、風化しやすく、崩壊しやすく、侵食されやすい岩質のところ、こう配の急なところで、はげ山あるいは根の浅い細い樹種のあるところがあげられている。今回の研究地域をみると、花崗岩地帯でかなり果樹園として利用されている所に土石流が集中しているが、比較的緩傾斜のところでも土石流になっている状態から考察すると、風化生成物が山腹あるいは谷間に貯留していたことが土石流集中の素因となっているようである。

なお、呉市休山半島東斜面の浜田川流域・大入川流域・冠崎川流域を比較してみると、浜田川流域に大規模な土石流が発生して、下流の大入部落をおそっているのに対し大入川では流路の中流部で土石流が止まり、冠崎川では土石流の小規模のものもわずしかみられない。三つの川の流域とも広島型花崗岩類と音戸岩脈群とから構成され、地質条件にほとんど差は認められない。このような場合の地形、植生、土地利用条件の差がどのように土石流発生条件に結びつくか、今後の課題になるものと思われる。

7. ま と め

昭和42年7月豪雨により、山くずれなどが集

中発生した広島県呉市休山半島、白竹山半島および下蒲刈島・上蒲刈島・豊島・大崎下島を対象として、とくに山くずれなどのいわゆる崩壊現象の分布と地質との関係について考察を行なった。その結果、地質を大きく古生界・高田流紋岩類・広島型花崗岩類と区分してみる場合に、地質と山くずれ分布との間に密接な関係が認められた。

気象・林相・土地利用形態などの因子を別にしてみると、このような差異はそれぞれの岩石の風化・侵食の特性にもとづくものであり、花崗岩のところには土石流の発生がいちじるしかったことは、地形上の特徴のほかにも、その風化の速さのいちじるしいこともあげる必要がある。

参 考 文 献

- 広島県(1964): 20万分の1広島県地質図及び説明書
- 小林基夫(1968): 豪雨による山地崩壊の反復性について-呉・大甲の事例, 第5回災害科学総合シンポジウム論文集, pp. 207~208
- 文部省災害科学特定研究中国地区班(1967): 昭和42年7月豪雨による呉市の災害の調査速報
- 武永健一郎(1967): 1967年7月豪雨による呉市の地崩れ, 東北地理, Vol. 19, No. 4, p. 121
- 武永健一郎(1968): 安芸山群鈴峯山体の地形, 地学雑, Vol. 77, No. 1, pp. 37~55
- 通商産業省鉱業審議会鉱山部会(1964): 国内鉄鋼原料調査 第2報 pp. 362~370 内海島上り部
- 吉田博直(1961): 中国地方中部の後期中生代の火成活動, 広島大地理学研報, No. 8, pp. 1~39
- 吉田博直(1963): 近畿・中国地方の後期中生代酸性火山岩類と「領家花崗岩」との一・二の地域との関係, 広島大地理学研報, No. 12