

福岡市能古島の地質災害

富田, 宰臣
九州大学理学部

三木, 孝
九州大学理学部

<https://doi.org/10.15017/4495859>

出版情報 : 九州大学理学部研究報告. 地質学. 14 (2), pp.73-79, 1981-12-25. Faculty of Sciences, Kyushu University

バージョン :

権利関係 :

福岡市能古島の地質災害

富田 幸臣・三木 孝

Geological hazard in the Noko Island, Fukuoka City

Suzuomi TOMITA and Takashi MIKI

Abstract

In summer of 1980, a wide area of North Kyushu had an unusual heavy rainfall several times, resulting in that various geological hazards such as flood, river-bank bursting, landslide, rockfall, railway paralyses etc., hit many places. Especially landslide and related hazards broke the main roads in the Noko Island (Noko-no-shima), Fukuoka City, and hindered daily livings of people for a long time.

All the geological hazards of Noko Island in this time are related to the Kitazaki Granodiorite in origin, and are fallen into paralyses of roads and erosion of escarpments. The roads were cracked, many of which are lunar cracks, and were collapsed in places. These hazards are probably caused by the creeping down of loosed soil and/or well-weathered zone of granodiorite or by the influences of landslide occurred under the road level with a few occasion of the present artificial activities such as engineering works of road or farm. The erosion of escarpments is apparently divided into three types, landslide with slump, superficial debris-sliding and earth-fall. It seems that these landslide types are differentiated by a combination of the depth of weathered zone of the granodiorite with the inclination of escarpment and the vegetation in places. All the hazards in this time were caused by a deeply weathered granodiorite, which is loose and has a large permeability for water, except for those resulted from the load of half-weathered plateau basalt.

It is supposed that the Noko Island is continuously threatened by sliding of escarpments because the geological and topographical conditions have been beyond a chance of reformation for the future.

まえがき

1980年は世界的に気象異変に見舞われ、農産・地質関係の深刻な被害が各地から報告されている。本邦では夏季の異常低温と長雨による影響が大きく、なかでも農作物の不振が大きく伝えられているが、北部九州では特に数次にわたる集中豪雨による地質災害が頻発した。

福岡市能古島は博多湾のほぼ中央部、市街地から近距離に位置しているため来島者も多く、島内の民生・観光両面の各種土木工事も進められ、人家が集中している島の南縁部を中心に、ここ数年来著しい変貌をとげつつある。一方、同島は地質入門者の実習・見学の好適地として知られ、古くから多くの人々によって調

査が行われて、そのいくつかは既に度々公表されて来ている。最近の一連の開発・改修工事によっていくつかの地質学上の新知見が加えられてきた能古島において、昨年の異常気象、特に集中豪雨により多くの地質災害が発生して民生・観光両面に大きな影響を及ぼしただけでなく、その後約10ヵ月も復旧が進まず、住民の日常生活に相当の支障を来た結果となった。

筆者らは今回の災害が、単純な未曾有の豪雨による突発的かつ偶発的事例ではなく、同島の地質分布とそれに由来する特有の地形条件とが主たる要因であると判断し、災害における地質の関与を検討した。

本稿をまとめるに当たり、種々有益な御助言を載せ、粗稿の閲読をお願いした九州大学高橋良平教授に厚く御礼申し上げる。

I. 地質および地形の概要

能古島には主要構成岩類である三郡変成岩類・白亜系北崎花崗閃緑岩・古第三系残ノ島層^{のこ}および玄武岩類のほか、新期堆積物の能古砂礫層・段丘礫層・古沖積層が局地的に分布している。これら諸岩系については、これまでに度々報告され、筆者らもかつて触れたことがあるので、その詳細はそれらに譲りたい（松下, 1937; 浦田, 1958; 唐木田, 1965; 富田ほか, 1980）。

島の地形はこれら主要岩系の地質分布を反映した特徴ある景観を呈している。南側、古第三系分布域は比較的緩やかな南斜面に、いくつかの開析された浅い谷の切り込みがあり、段丘面も認められ、いずれも水田を主とした耕作地になっている。斜面の平均勾配は所によって異なるが、おおむね8~15°で、古第三系残ノ島層の平均傾斜20°より緩い。開けた谷と谷の間は海岸付近まで延びる丘陵が高所から舌状に張り出している。島の中央部は山上に玄武岩溶岩台地が広がり、南から北に向かって少しずつ高度を減ずる平坦な面を形成している。南側を除く台地周縁部は急峻な斜面で形成され、所によっては玄武岩の柱状節理が観察できるほどの急崖もある*。台地南縁は古第三系分布域以北では斜面勾配が比較的急角度を示すが、他の三方に比べると地形的に緩やかである。玄武岩類の下位には島の中部に変成岩類、北半分には花崗閃緑岩が露出しているが、いずれも玄武岩台地周縁部の急斜面がそのまま海岸まで連続した地形となっていて、香川県屋島と地形的にきわめて強い類似性を示す、いわゆる典型的な地質関連地形である。ただ、変成岩分布域内の東海岸北浦地区では、鋭角に切れ込んだ三角形の谷が海に向かって開いており、周囲は急峻な斜面で限られているが、この谷の形成と地質との関連は明らかでない。島内には推定・確認のいくつかの断層が走っているが、それらによる必従谷と断定することは困難である。

人家の大部分は島の南側低地一帯に集中しているが、他に北浦・大泊両地区に集落があり、後者は海岸から山上台地にかけての斜面と台地上に人家が散在している。海岸は南側を除くと北浦・大泊地区にわずかに砂浜が広がっているだけで、その他の地域は斜面脚部まで高潮位の汀線が迫っている。

II. 地質災害について

能古島における地質関連の自然災害の多くは前章の

*このような個所では1940年代まで採石場が設けられていた。

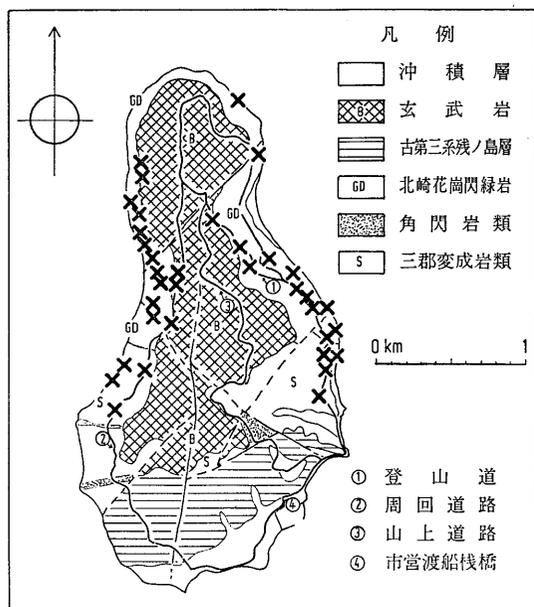
地質分布と地形の特質が特徴的に相乗した結果と推定される例が認められる。

古第三系残ノ島層は砂岩・礫岩に凝灰質頁岩・同質シルト岩・層灰岩を伴う地層から成り、地層の傾斜が南向き斜面の勾配に近い、いわゆる“流れ盤”の構造であることから、条件を整えば容易に層面すべりを発生しうる。事実、市営棧橋北方の古第三系と基盤岩類が断層で接する個所に建設された能古小・中学校では、大量の盛土で校庭が造成されて以来、その下方の道路や耕地に亀裂や盤膨れが発生し、一部で表層部のクリープも認められるようになった。これらの現象は盛土による荷重で風化古第三系中にすべりを生じたためと考えられる。その後、異常発生地点で水抜きボーリングなどの対策工事が施され、現在では一応小康を保っている。その他の古第三系分布域では大規模かつ急峻な地入りや崩壊の発生は認められないが、地形的にかつての地入りの痕跡と想定しうる個所*を指摘することは容易で、地入りによる崩壊堆積物と判断される古第三系の雑多な岩片から成る小丘陵も認められ、過去に数回の大規模な地入りが発生したことが推定できる。ただ、この地域で近年地入りやその前兆である斜面の亀裂や陥没などの異常が見られないのは、過去の崩壊によって地形的・地質的に安定化しているためと考えられる。今回の集中豪雨の際も、これに直接起因する地質災害は発生していない。

今回の集中豪雨によってもたらされた地質災害の発生個所を第1図に一括して示した。これらは規模・様式とも多様であるが、その殆んどが島の東西両海岸に面した急傾斜地に発生している。島の北端部一帯は季節風と潮流により露岩が広く見られ、小規模の侵食・崩壊が絶えず発生していて、今回の豪雨災害との区別は判定できなかったのが割愛した。

今回発生した地質災害は見掛上いくつかの形式に分けることができる。即ち、第1には大規模な斜面崩壊で、この中には馬蹄型（ないしは半円形）冠頂部をもつ流動性あるいは円弧地入りと呼ばれるものと、比較的浅い部分のみが滑落した、いわゆる表層すべりがある。第2は、比高が小さい小規模の崖崩れに属するもので、一般に多く見られる局所的崩壊のほか、水平方向に連続した崩壊が認められる。第3のものは道路障害で、主として路面に発生した亀裂・段差あるいは陥没、それに路肩の崩壊であるが、これらは同時

*山腹に馬蹄型凹地があり、その下方に舌状末端部に相当すると見做される小丘陵が凹地と対をなして存在する。



第1図 能古島地質概略図
(×印…災害発生箇所)

に生じている場合が多い。最後に少数ではあるが水路の洗掘が側壁崩壊を伴って見られる。これらの発生状況を災害が集中している島の中央部東西両海岸斜面のものについて第2図で示した。図示したものの中には、耕地や植林地内の亀裂や陥没も見出されるので、踏査の及ばなかった雑木林や雑草地その他の耕地・未耕地にも同様の異常が発生している可能性はある。

上記の諸災害中、市民生活に最も影響が大きかったのは道路障害である。島の南部、特に市営フェリー棧橋から北部の居住区域を結ぶ3本の道路（いずれも小型自動車通行可能）のうち、東側斜面に設けられたいわゆる登山道と西側斜面を通る周回道路の2本が不通になり*、車両による連絡・物資輸送は小・中学校横の急坂を経由する山上道路1本に頼るだけとなった（第1図参照）。道路障害は一般に多く見られる法面の崩壊や崖崩れによる路面の閉塞とか、路肩の崩壊はむしろ数例にとどまり、路面の亀裂・陥没の発生件数ははるかに多いのは注目される。今回の道路の亀裂・陥没は人為的要因が大きいと見做されるものと、周囲の地質条件に起因するものに大別できる。前者に属すると判断したものは北浦北方の道路陥没がある。ここでは山手側、果樹園内の地表水が道路下の暗渠で海側

*このうち、周回道路は1979年の台風によって路肩の崩壊があり、車両の実質上の通行は不可能であった。

に排出されている地点に当るが、急激かつ大量の出水によって暗渠の破壊ないし路盤の洗掘を生じ、路面の陥没と路盤流失を招いたものと考えられる（第3図版第1図）。この果樹園内の斜面にも円弧亀裂が発生し、その延長部に当る道路崩壊部分の前後にその亀裂が及んでいて、路面に10cm以上の段差を生じているところから、巨視的には果樹園を中心とする浅い谷状の地形に発生したクリープ現象の一部とも考えられる。この他に大泊地内の登山道における亀裂が、路肩が軟弱であったことから路盤の圧密によって生じたと思われる件もこれに含めることができる。上記以外の路面の亀裂・陥没はすべて地質条件に起因すると判断されるが、この中にも周辺斜面の地山や表土が広範にクリープ現象を生じて路盤の破壊に至ったと考えられるものと、単なるクリープでなく、道路下方で発生した一連の斜面崩壊に関連しているものと認められる。特に周回道路における道路障害の大部分が下方の斜面崩壊に影響されたと見なされる路面陥没の中には、斜距離30m以上離れた直下方の大崩落に起因したと思われる例も見出されたのは注目される。

地じりを含む一連の斜面崩壊は、耕地の一部が影響を受けた以外に人家やその他の生活環境への著しい障害を与えてはいないが、道路障害の遠因になったり、破壊規模の上からも能古島における地質災害の代表となりうるであろう。斜面崩壊は上述のように地じり型と表層すべり形式とがあって、いずれも西海岸側斜面に集中して発生しており、東海岸側では比高40m以下の地じり型崩壊が数例認められるに過ぎない。規模は比高100mまたはそれ以上の大規模なものから30m以下まで、崩壊幅も30m以上から10m程度まで様々であるが、地じり型崩壊の大半は表層すべりに比べ規模が大きい。即ち、表層すべり形式としたものは山腹の厚さ1.0~2.5mの風化層または表土が剝離滑落し、崩壊跡には未風化ないし半風化岩が露出しており、半風化岩の一部も脱落した個所も認められ、比高50m以下のものが殆んどである。一方、地じり型のもは斜面勾配が急であることを除けば典型的な円弧すべり様式を示し、馬蹄型の冠頂部及び滑落崖をもち、末端部は舌状隆起が認められ*、本来の地表面から推定3m以上えぐられたような崩壊を呈し、滑落崖には未風化ないし半風化岩は見出せない。古谷（1980）の分類に従えば恐らく表層スランプに属する。

斜面崩壊に含められるもので、小規模の崖崩れに区

*舌端部が斜面中腹に止まっているものは、再度崩壊して下方斜面の削剝を生じている。

分した例は比高10m以下の急傾斜地のすべての崩壊を指す。これらは島の東側海岸一帯に集中して発生しているほか、登山道沿いにも散発的な崖崩れが認められる。道路沿いの崖崩れは単純な急斜面や切取部の法面の風化層または表土の崩落であるが、海岸部のは波打際の急崖（比高5～10m）が延長30～60mにわたって連続して崩壊しているのが注目される。

崩壊地の植生は主に灌木類と雑草地で、雑木林・植林地も一部含まれる。果樹園（主に柑橘類）その他の耕作地には若干の亀裂・段差を生じた所もあるが、前出の道路陥没と関係する地点などのごく一部を除けば幸い大きな被害を蒙っていない。

Ⅲ. 地質学的検討

A. 地質災害の要因

地質災害の原因は素因と誘因に分けることができる。このうち誘因は言うまでもなく大量の降雨であろう。福岡市とその近郊では、1980年夏は7月上旬の梅雨末期・同月下旬の梅雨明け直後それに8月末の3回にわたって総雨量200mm以上の豪雨に見舞われた。特に台風12号崩れの低気圧が通過した8月末のそれは28日の降り始めから31日朝までに福岡管区気象台の観測で435mmの降雨量を記録し、福岡市西郊、前原町では8月29日17時台の1時間雨量が実に63mmに達する激しい雨が降り、福岡市でも30日朝の僅か10分間に18mmも降っている*。

災害を発生させる限界雨量は風化土質と微地形によって異なるので一定の値は出し難いが、花崗岩質岩風化物であるマサ土地域で、災害発生前2週間の総雨量が200mm以上の場合、当日雨量50mm程度で、同じく100mm台では当日100mm以上の降雨量をみたときに災害が発生している。さらに総雨量200mmで、かつ当日雨量が100mmを超すと大災害を生ずる例も報告されている（網干，1972）。福岡市内では前記の豪雨当日を含む10日間の旬間雨量が7月上旬515mm、同下旬292mm、8月下旬は537mmにも及ぶことから判断して、7～8月のそれぞれ数日間づつの雨量だけで大災害が発生している条件を満たしていたことは明らかである。

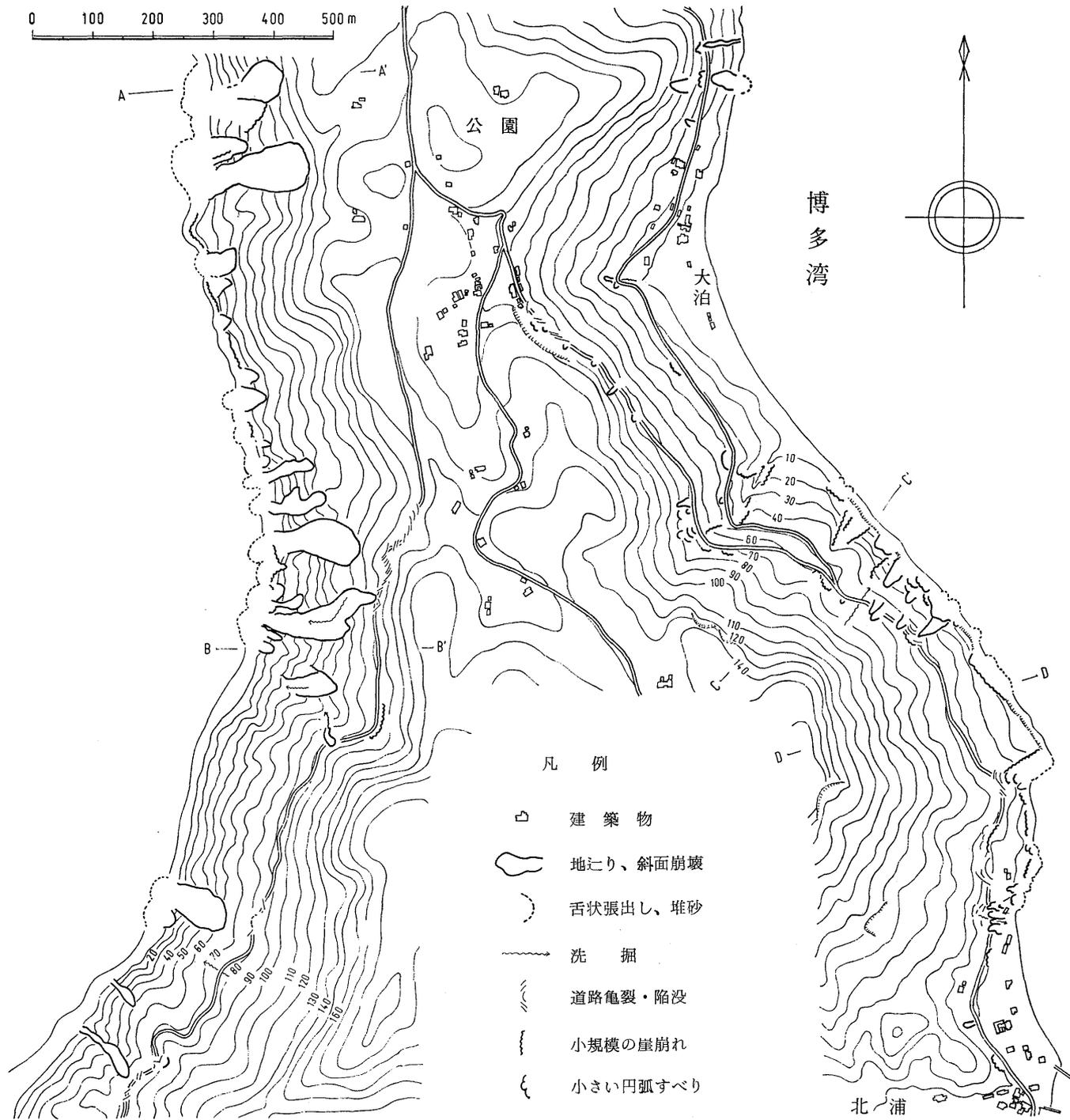
これに対し、素因となるべき条件としてはまず地質・地形が考えられるが、他に風化深度・集排水状況・地下水・植生なども加わってかなり複雑である（渡，1972）。ZARUBA and MENCL (1969) は地蔵り発生の要因として、斜面勾配の変化・上部の載荷重・地震

動・河川の水位や含有成分の変化・地下水・霜作用・風化の進行・植生の変化、等々の条件を列挙している。これら諸要素のうち、今回の能古島災害に明らかに無関係と考えられるのは地震と霜作用に過ぎない。植生は前章に触れたように災害地での特徴を見出し難い。山上台地の降水は大部分東側斜面に向い、大泊付近で2条の流路によって海に放出される。この流路の一部に洗掘が見られるものの他の崩壊との関連は認められない。山上台地における地下水についての特別な検討資料は無いが、玄武岩台地での降水の多くは柱状節理を通して下位の岩盤との境界付近に達し、それに沿って移動するという傾向が指摘されている（例えば、野田，1957など）。能古島では玄武岩の下位は大部分堅硬な花崗閃緑岩ないし結晶片岩類であり*、その上面を地下水が移動するとすれば、それが地表に排出される部分がより風化しやすく、かつ崩壊し易くなる。しかしながら、玄武岩と下位の岩系との境界付近から崩落したもの、あるいは玄武岩体にも滑落部をもつものうち、玄武岩体下面付近が観察可能な例に関する限り地下水の滲出は認められず、噴水・噴砂現象の痕跡も見出せなかった。これらのことから、この境界部付近の崩壊が、特にその個所において大量の地下水の流出をみたために生じた、と断定するのは困難である。こうしてみると、風化深度についてはなお検討の要があるものの、災害発生の主な要因としては地質(岩系)と地形の2条件を重点に考察を進めるのが適当と考えられる。

今回の災害発生個所を第1図でみると、大部分が北崎花崗閃緑岩分布域に集中しているものの、三郡変成岩類分布域にも数例認められる。後者の殆んどは急傾斜地での表土滑落と谷地形での岩屑崩落で、いずれも花崗閃緑岩体に近く、多くの花崗岩質岩脈が認められ、かつ見掛上著しく風化している。ただ北浦地区内での約20mの崖崩れは半風化変成岩の風化層（推定層厚0.5m）が剝離滑落している。しかし表土の下部に見掛上堅硬な未風化変成岩類が賦存する北浦地区の谷斜面では崩壊を生じていない。山田ほか（1971）・小出（1973）・安江・大久保（1976）らによれば、崖崩れのような急傾斜地崩壊の場合、花崗岩類を含めた深成岩類分布地での発生率が高く、変成岩でのそれはきわめて少ないという傾向が見られるという。花崗岩類は風化すると石英粒が風化粘土中に残留する、粘土分10～20%のいわゆる“マサ”あるいは砂質土を形成する。

*8月29日福岡市の最大時間雨量は16時台の43.5mmであった——いずれも福岡県気象月報による。

*筆者らがかって報告した能古島礫層が介在する可能性もある。



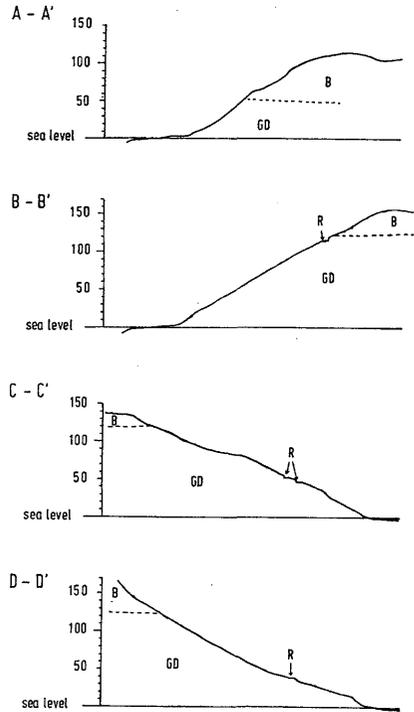
第2図 能古島中央部の被災状況

このマサ土は間隙比0.17~0.40と大きく、長石・黒雲母などの風化生成物であるカオリナイト・ハロイサイト・加水ハロイサイトが含まれている (KATO, 1965. 齊藤, 1972に引用) が、加水ハロイサイトはモンモリロナイトと共に膨潤性と流動性に富み、土砂崩壊・地這り個所で特徴的に濃縮して見出されることが報告されている (小坂, 1972)。なお、風化玄武岩の場合は地表付近でモンモリロナイトが増加するが数mの深さで消失し、以深ではカオリナイト・ハロイサイト・鉄鋳物が認められ、鉄分に富む粘性土を形成する (LOUGHNAN, 1969)。これらのことから、恐らく熱変成作用によると思われる著しく風化した変成岩部分* を除くと、能古島での斜面崩壊には北崎花崗閃緑岩風化層が大きく関与していると見做すことができよう。

B. 地形上の考察

前述のように、能古島の山上玄武岩台地をとりまく斜面のうち、南側を除く三方は急勾配で海岸に達している。海岸も南側を除けばおおむね露岩と落石で占められ、砂浜はごく僅かであるが、潮流と風浪によって状況は年々変化し、特に西海岸中部以北では今回の一連の大崩壊によって生じた大量の土砂によって一転、砂浜海岸に化してしまった (第1図版第2図)。また、これによって三郡変成岩と北崎花崗閃緑岩の境界付近の良好な露頭 (唐木田, 1965) が完全に砂に覆われる結果ともなった。

西海岸に露岩や転石 (特に巨大岩塊) が多いのは潮流と冬季の北西からの季節風による風浪が強く、海岸侵食が激しいためであり、北端部一帯の急崖を除くと玄武岩分布地以外の東側斜面の平均勾配が25~30°であるのに対し、西側のそれは30°以上である (第3図)。ただし、東側でも海岸付近では勾配が急になり30°以上になる部分があることは、程度の差はあっても海岸侵食が進行していることを示すものである。網干 (1972) によると、マサ土の崩壊は自然斜面の勾配が30°以上で急増し、45°までではほぼ累積頻度100%に達しているが、全体の40%が35~40°の範囲に含まれている。また、小出 (1973) も地質岩層の如何を問わず勾配30~40°の斜面に崩壊が集中する傾向があることを指摘している。能古島においては、西海岸側の表層すべり形式の崩壊はすべて30~40°の斜面で発生し、35°以上が大多数を占める。一方、地這り型のものは冠頂部付近の原斜面の推定勾配は35°前後であるが、



第3図 斜面部分の断面図
 B: 玄武岩
 GD: 花崗閃緑岩
 R: 道路

玄武岩分布域に冠頂部があるものは40°以上の例も認められる。東海岸でも前述の30°以上の急斜面が集中的に崩落している (第3図C)。このように斜面勾配30°は能古島の風化花崗閃緑岩の安定角の限界と考えて良いであろう。

表層すべり形式の崩壊と地這り型のそれは風化深度の違いに起因すると思われるが、崩壊個所の微地形では前者は平坦な面をもつ斜面か、あるいはごく僅かに尾根型の部分で発生している (第2図版第2図)。これに対し地這り状崩壊はわずかに谷型ないし凹地形をなした部分 (いわゆる0次谷) に冠頂部をもっている。このことは崖崩れの発生率が斜面横断形が直線型で55.4%、尾根型 (その大部分はわずかな凸地形) で25.6%となっている報告例 (安江・大久保, 1976) と矛盾しない。谷型地形で地這り状崩壊が多く認められるのは、地表水・滲透水等が谷型の部分に集中しやすく深部風化を促進させたと思われることや、上方から移動してくる岩屑が常時集中しやすく、厚く不安定な岩層を形成するためであろう。表層すべりの崩落物がいわゆるマサ土の外見を示すのに対し、地這り崩

*唐木田 (1965) は花崗閃緑岩体との境界部を除く三郡変成岩のすべてを、同氏の接触変成分帯の第II帯に含めている。

壊地の土砂は粘土質ないし岩屑を含む土状である* ことも厚い表土や風化層の存在を示している。

西海岸北部の地這り状崩壊地には大量の玄武岩塊が認められる(第1図版第3図)。これは島の北部での玄武岩分布域が海拔40m付近まであり、地這りの冠頂部が玄武岩体に位置するためである。玄武岩はふつう節理部分から風化が進行し、大小の未風化岩塊が風化粘土中に存在することが多い。玄武岩台地の縁辺部は50°以上の急勾配になる個所もあり、落石形式の崩壊が発生して海岸や斜面中腹に巨大岩塊を点在させているが、今回の地這り状の斜面崩壊は玄武岩分布地内に止まっているものは無く、より南面の玄武岩分布地(海拔100~140m以上)では玄武岩体に冠頂部を持つ例が認められていないことなどから、風化玄武岩がこのような崩壊の直接の原因ではないと判断できる。

C. 崩壊機構について

以上述べてきたことから、能古島における斜面崩壊の機構を類推すると、平坦斜面あるいは僅かに尾根型地形では強風化岩・表土と半風化ないし未風化岩との境界は比較的の不連続であり、そこでの透水性が大きく異なるため大量の降雨により一時的に風化層中の間隙水圧が高まり、崩壊を生じたのであろう。地這り型の場合は谷地形の厚く不安定な岩屑あるいは強風化岩中に降水が集中し、内部摩擦角の減少を招いて滑動し始めたと考えられる(宮崎・高橋, 1970; 山田ほか, 1971; 渡, 1972: など)。この地這り型崩壊では、冠頂部が急傾斜地であることを考慮すると、上位の玄武岩や大量の岩屑による荷重すべりも原因の一部にあるものと思われる。

表層すべりに限ってみると、その多くは雑草地に発生し一部灌木林にも及んでいる。花崗岩や類似的な岩石から成る山地では、豪雨に際し表層崩壊が多数集中的に発生することがあり、大面積の森林皆伐と結びつけて注目されている(奥西, 1980)が、植生の変化が斜面安定に果たす役割をさらに検討する必要がある。

前述のように、東側斜面では一部の崖崩れを除くと30°以上の急勾配の風化花崗閃緑岩分布域に限って崩壊している。このことは東側斜面の勾配30°以下は一応安定であると言える。また、斜面には果樹園が広く造成され、斜面保護に石垣が築造されていることと、排水管理が適切であったことも寄与していると考えら

れる。石垣は崩壊に対する抵抗性が高く、網干(1972)の報告例では崩壊を免れた斜面の75.5%が石垣であったという。このことは前出の果樹園内の亀裂は自然斜面に発生していることから裏付けられる。しかしながら、海岸部において波打際の風化花崗閃緑岩の急崖に見られる水平方向の連続崩壊は、単に波浪侵食によるものではなく、数10m上方から立木の傾斜や倒伏さえ見られることから、広範な斜面に発生したクリープ地塊の末端が海岸に押し出されて崩壊したものであろう(第2図版第3図)*。さらに、登山道での亀裂・陥没の中には周囲の斜面のクリープの一部と想定しうるものが含まれることを考慮すると、現在安定角内にある東側斜面にも表層移動の事実が認められ、降雨量その他の条件によっては大規模な崩壊に至ることもあり得るであろう。

結 言

1980年夏の集中豪雨によって福岡市能古島で発生した地質災害の例を報告し、特に主要な災害である斜面崩壊について地質と地形の両面から検討した。

能古島における今回の災害は主として北崎花崗閃緑岩分布域で発生し、その他には小規模の崩落が強風化三郡変成岩地域で起っている。地質災害は見掛上、道路の亀裂・陥没と斜面崩壊に大別され、さらに後者は崖崩れ・表層すべり・円孤地這り型崩壊に識別できる。表層すべりと地這り形式とは風化層の厚さが異なり、前者は2m以下、後者は推定3m以上の強風化ないし表土層をもつ。また前者が平坦斜面あるいは僅かに尾根型地形で発生しているのに対し、地這り型崩壊はいわゆる0次谷で見出される。これは微地形の凹凸が、上方からの岩屑・土砂の集積、地表水・滲透水の集中等の相違を生じ、風化深度や岩屑・表土層の厚さの違いになり、別個の崩壊形式を生じる結果となったのであろう。この場合、花崗閃緑岩風化生成物であるマサ土の物理性が大規模崩壊に強く関与している。さらに、いずれの崩壊個所も30°以上の急勾配の斜面で発生しており、今回の災害時の安定角限界は30°と見做される。しかし30°以下の緩斜面にクリープ現象が見出されることは、降雨量あるいは他の条件の変化によっては、これらの一応安定とした斜面にも急激な土砂移動を発生させる危険性を有することを示唆しており、その為にも急傾斜地の不用意な耕地化や樹木の乱伐な

*花崗閃緑岩分布域に冠頂部をもつ地這り崩壊土砂中にも相当量の上方から由来した玄武岩片が見出される。

*林地内では亀裂・段差・陥没等は発見できなかった。

ど植生条件を悪化させる恐れのある作業には慎重な配慮が望ましい。

これまでに述べた一連の崩壊は海岸侵食の進行によって斜面勾配が急になり、安定角を超えることで生じる一種の地質作用であり、将来も継続的に発生する性質のものである。従って海岸の侵食防止と斜面保全に抜本的対策を講じない限り、島が次第に削られてゆくことはやむを得ない。

なお本稿では断層との関係には触れなかった。今回の崩壊箇所と既知の断層（一部推定）との関連性が認められなかったためであるが、各岩系の破砕部や深部風化などが断層系と関わり合いを持つかどうかについては、さらに検討を進めたい。

文 献

- 網干寿夫(1972): 集中豪雨とマサ土斜面の崩壊. 施工技術, 5, (11), 39-46.
- 古谷尊彦(1980): 地すべりと地形. 武居有恒〔編〕: 地すべり・崩壊・土石流—予測と対策, 192-230. 鹿島出版会, 東京.
- 唐木田芳文(1965): 福岡市能古島・香椎の北崎花崗閃緑岩と三郡変成岩. 西南学院大文理論集, 6, (1), 19-44.
- 小出 博(1973): 日本の国土—自然と開発 (下), 289-556. 東大出版会, 東京.
- LEGGET, R. F. (1973): *Cities and geology*, 624 p. McGraw-Hill, New York.
- LOUGHNAN, F. C. (1969): *Chemical weathering of silicate minerals*, 154p. Elsevier, Amsterdam.
- 松下久道(1937): 博多湾内残ノ島の地質. 九大工学彙報, 12, (3), 172-180.
- 宮崎政三・高橋彦治(1970): 土地地質学, 494p. 共立出版, 東京.
- 野田光雄(1957): 唐津・佐世保両炭田内の地じりについて. 九鉦誌, 25, (11), 443-452.
- 奥西一夫(1980): 崩壊・土石流と地形. 武居有恒〔編〕: 地すべり・崩壊・土石流—予測と対策, 231-262. 鹿島出版会, 東京.
- 小貫義男(1968): 新編土地地質, 455p. 森北出版, 東京.
- 小坂文予(1972): 土砂崩壊地における粘土鉱物の分布とその性質. 施工技術, 5, (11), 30-38.
- 齊藤 実(1972): 風化現象とその進行の度合い. 施工技術, 5, (4), 25-31.
- 富田宰臣・石橋 澄・三木 孝(1980): 福岡市能古島の能古砂礫層. 九大理研報, 13, (2), 239-339.
- 浦田英夫(1958): 福岡炭田の古第三系 (特にその層序について). 九鉦誌, 26, (10), 496-510.
- 渡 正亮(1972): 自然斜面の安定. 施工技術, 5, (4), 52-59.
- 山田剛二・渡正 亮・小橋澄治(1971): 地すべり・斜面崩壊の実態と対策, 580p. 山海堂, 東京.
- ZARBA, Q. and MENCL, V. (1969): *Landslide and their control*, 205p. Elsevier, Amsterdam.

第 1 図 版 説 明

- 第 1 図 南々東からみた能古島
- 第 2 図 西海岸の崩壊状況。尾根型斜面の崩壊はすべて表層すべり。左側尾根の蔭に半ば見えるのは地這り型崩壊。手前の砂浜はかつて岩石海岸であった。
- 第 3 図 西海岸北部の海浜に押し出した崩壊土砂。岩塊はすべて玄武岩である。

(図版の写真はいずれも 1980年11月撮影)



1



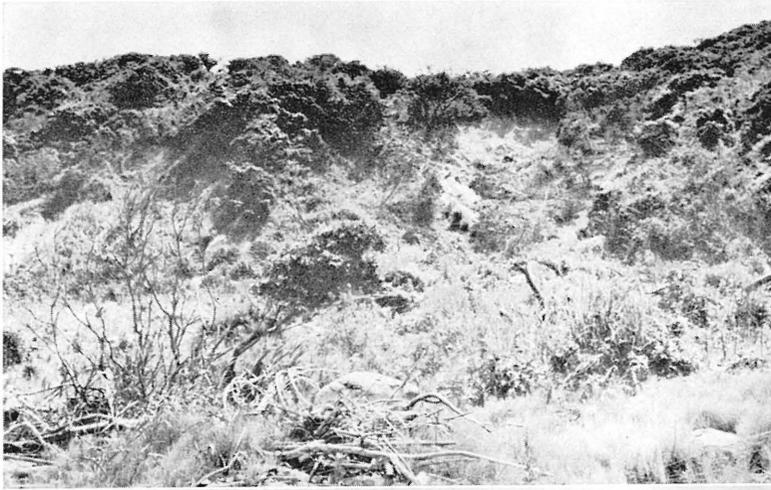
2



3

第 2 図 版 説 明

- 第 1 図 地這り性崩壊。斜面中腹から上半は玄武岩風化層。平均勾配 37° ，比高 100m。
- 第 2 図 表層すべり。上半部に半風化花崗閃緑岩が露出している。勾配 40° ，比高約 40m。右手の谷地形には地這り崩壊が見える。
- 第 3 図 東海岸の崖崩れ。比高 5 m，延長約 30m にわたって連続崩壊している風化花崗閃緑岩。クリープの末端と見られる。



1



2



3

第 3 図 版 説 明

- 第 1 図 果樹園脇の道路陥没。最大 5 m の段差がついている。道路下排水暗渠の破壊によるもの。
- 第 2 図 東斜面にて。斜面のクリープによって生じた。路盤は表土と岩屑堆積物。
- 第 3 図 東斜面にて。下方（約 30 m）の斜面崩壊による地盤の弛緩で亀裂・段差を生じた。風化花崗閃緑岩。



1
2 | 3

