

P11. 山口県南東部，周防大島，飯の山周辺における斜面崩壊

Slope failure occurred in the area around Mt. Iinoyama, Suo-Oshima,
Southeastern Yamaguchi Prefecture

○伊藤正隆 (山口大学), 金折裕司 (山口大学)
Masataka Ito, Yuji Kanaori

1. はじめに

山口県南東部周防大島(屋代島)は、東西約 40 km、南北約 20 km、面積 128.3k m²の瀬戸内海に浮かぶ島である。島の大部分が花崗岩類から構成され、急傾斜の箇所も多いため、土砂災害の危険性が非常に高くなっている。また、土砂災害危険区域として土石流危険箇所 312 箇所、地すべり危険箇所に 23 箇所、急傾斜地崩壊危険箇所に 410 箇所が指定されている¹⁾。さらに、島内の主要道路のほとんどが急傾斜な斜面沿いに位置しているため、土砂災害危険区域以外の土砂災害によっても道路が寸断される可能性がある。実際に、2005 年 7 月 1 日から 7 月 3 日にかけての梅雨前線の活発化による豪雨によって、国道と県道が 13 箇所全面通行止めになり、伊崎、地家室、佐連、沖家室、大積の 5 地区計 416 世帯、590 人が孤立した²⁾。

周防大島の過去の土砂災害に関しては、片麻状構造を示す花崗岩の地すべり³⁾、豪雨時の花崗岩類の斜面崩壊⁴⁾などが報告されている。1979 年の梅雨前線の活発化による周防大島での土砂災害では、土石流による死者が 1 名、負傷者 3 名、建物全半壊 33 戸という被害が

生じている⁵⁾。

本研究では、周防大島での斜面崩壊の特徴を把握するために、周防大島北西部飯の山周辺を中心として、空中写真判読や現地調査を行い、(1)花崗岩の風化と斜面崩壊の関係、(2)安山岩の分布と斜面崩壊の分布の関係、を調査した。さらに、風化した花崗岩試料の粘土鉱物分析を行い、風化の程度と斜面崩壊の関連性を議論した。

2. 地質・地形

図-1 に周防大島全域の地質図を示す。大部分が領家花崗岩類からなっており、一部は領家変成帯に属する変成岩類から構成されている。これらの基盤岩の頂部は瀬戸内火山岩類に属する安山岩類に覆われている。

領家花崗岩類は貫入順序から古期領家花崗岩類と新期領家花崗岩類に分類される。古期領家花崗岩類は周防大島の西部に分布し、主に花崗閃緑岩質の岩石からなり、明瞭な片麻状構造を持つ。一方、新期領家花崗岩類は周防大島の東部に広く分布し、大部分が粗粒の花崗岩で弱い流理構造を示すことがある⁶⁾。

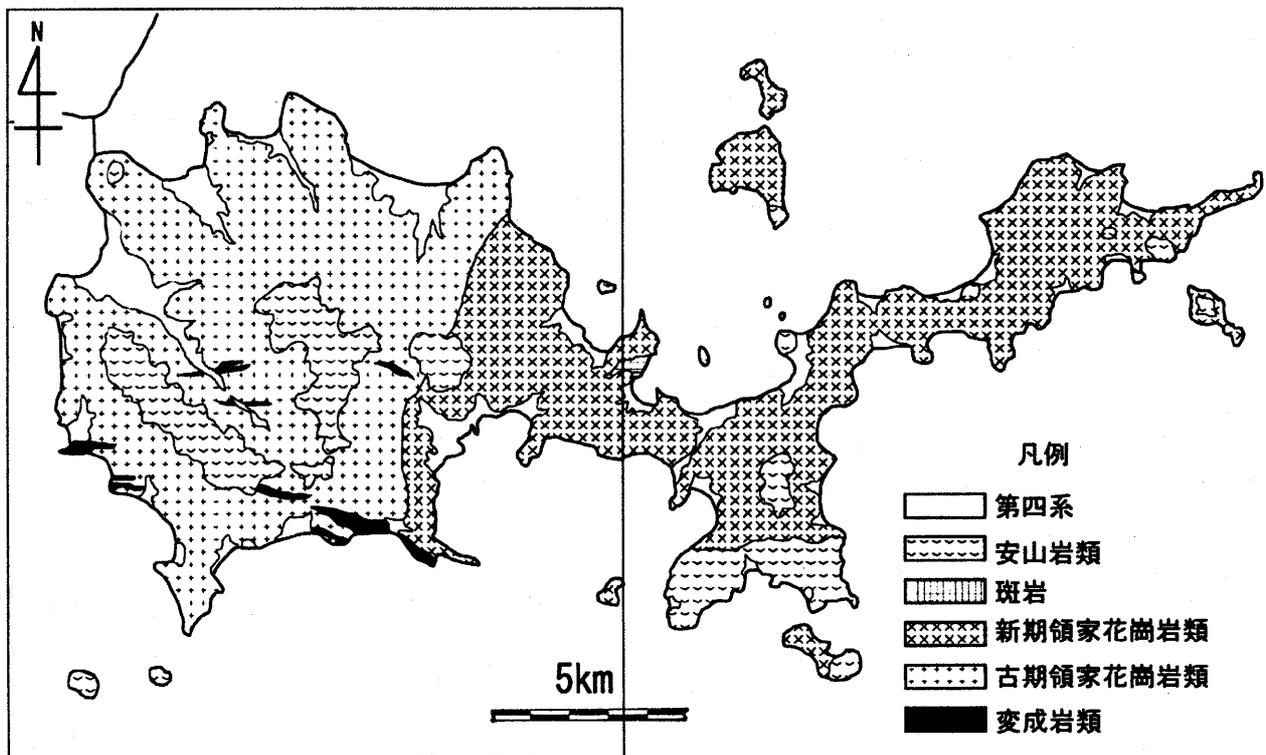


図-1 周防大島の地質図(山口県⁷⁾を一部改変) 枠内は図-2の範囲である

安山岩類は新第三紀に噴出した瀬戸内火山岩類である。これらの安山岩は各所に火山円頂丘状の山体を形成しており、多くは山麓付近7~8合目から上部にかけて花崗岩類の基盤を被覆している。岩質は優灰黒色の輝石安山岩が主体であり、堅硬かつ緻密で流理構造が見られることが多い”。

頷家変成岩類は、縞状片麻岩および片状ホルンフェルスからなるが、いずれも花崗岩類に整合的に取り囲まれた小分布を示すに過ぎない”。

第四系は地形的な凹部または海岸線付近に発達する。沖積層が入江の奥部や小川の流域になどに分布している。沖積層の分布しているところに集落が発達している。一方、洪積層の礫や砂、粘土の互層は丘陵地に標高30~50mの台地を形成してわずかに分布する”。

周防大島は、地形的には大部分が山地であり、平地は極めて狭いことで特徴付けられる。島の西部は特に山地が発達しており、急傾斜を呈している。山腹の斜面はおおむね20°~30°であり、それ以上の傾斜を持つ部分も多く存在する。

3. 空中写真判読

国土地理院撮影、8千分の1空中写真(1974年撮影)を用いて地形判読を行い、周防大島主部の崩壊地形を抽出した。図-2に判読した崩壊地形の分布を示す。

崩壊地形は河川や谷に沿った急傾斜な場所を中心に、花崗岩分布地域全域に発生している。場所によっては崩壊地形の頻度に違いが認められる。いずれの地域においても崩壊地形の方向は斜面の傾斜に規制されている。また、中央部や南西部において崩壊地形の空白域が存在するが、これは安山岩の分布地域とほぼ一致する。このことから、大部分の斜面崩壊は花崗岩類の分布する地域で発生していると考えられる。

4. 安山岩起源の崩積土の分布および性状

周防大島北西部、飯の山の山腹斜面において、安山岩起源の崩積土の露頭を確認した。安山岩崩積土は山腹斜面に広く分布している(図-4参照)。

図-3に安山岩起源の崩積土の露頭写真とスケッチを示す。崩積土は赤褐色を呈し、手で軽く握ると固まりになるほど粘土分に富んでいる。崩積土中には、30~50cmの大きさの角礫状の安山岩礫が含まれている。安山岩礫の表面は風化により灰白色を呈しているが、内部は黒色緻密で、ハンマーで叩いても容

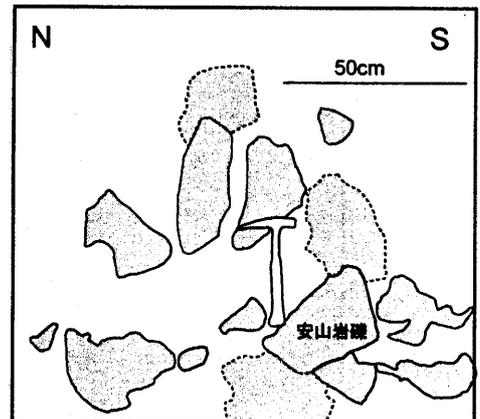


図-3 安山岩起源の崩積土の露頭写真とスケッチ

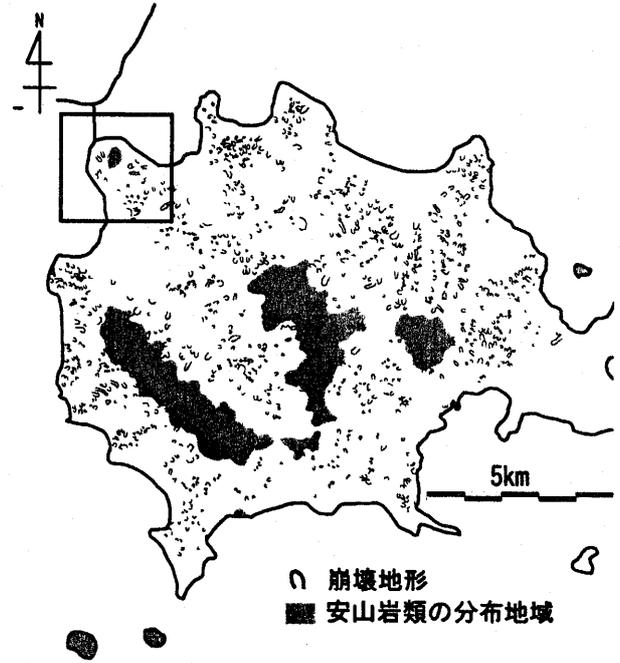


図-2 崩壊地形の分布 (枠内は図-4の範囲)

易に割れない。

上記の露頭以外の安山岩崩積土の露頭においても、崩積土中に安山岩礫が確認された。これらの露頭ではいずれも角礫~亜角礫で大きさが30~50cmの安山岩礫が多く含まれていた。また、海岸付近まで安山岩崩積土の露頭が認められることから、過去に山頂に位置する安山岩の大規模な斜面崩壊があったことが示唆される。

5. 花崗岩類の風化の特徴

飯の山周辺においては、広く花崗岩類が分布しておりその多くが風化作用を受けている。飯の山周辺に分布する花崗岩類を風化の程度に基づいて分類するため、木宮⁹⁾などを参考にして、風化分帯基準を作成した。

表-1に本調査地域における花崗岩類を対象とした風化分帯基準を示す。ここでは、新鮮花崗岩IとII、

風化花崗岩ⅠとⅡ、マサの5種類に分類した。本調査地域内の露頭では、その最上部のほとんどが安山岩崩積土に覆われており、花崗岩起源の土壌を確認することができなかった。このため、「土壌」は風化分帯基準から外した。同様に、比較的粘土分に富む「マサB」についても、本調査地域では確認することができなかった。

本調査地域において新鮮花崗岩Ⅰは、コアストーンとしてのみ観察された。また、全体的な分布としてマサに分類される露頭が数多く認められた。

6. 花崗岩類の粘土鉱物組成

風化の程度の異なる花崗岩中の粘土鉱物組成を明らかにするために、風化花崗岩Ⅰと風化花崗岩Ⅱ、マサについてそれぞれX線分析を行った。マサと風化花崗岩Ⅱは手で砂状に分解した試料、風化花崗岩Ⅰは金属製の乳鉢を使用して、軽く粉砕し砂状にした試料を用いた。試料は水簸法と遠心分離機を用いて2μm以下の粘土分を分離した後、定方位試料を作成した。エチレングリコール処理が必要な試料は、グリセロール5%水溶液を噴霧器で吹きかけた後、半乾燥させて作成した。X線分析には、山口大学総合科学実験センター機器分析実験施設のRINT2000縦型ゴニオメーターを用いた。

表-1 本調査地域における風化分帯基準

風化分帯	特徴
マサ	完全に砂状を呈するものを言う。一様に風化しているため明瞭な節理面は見られない。斜長石は指先で粉砕でき、一部粘土化している。黒雲母は変質し粘土化しているためほとんど認められない。石英は変質を受けていない。ハンマーで叩くと砂状になり岩塊を残さない。粘土分は比較的少なく軽く手で握っても塊とならない。また、コアストーンは存在しない。風化花崗岩Ⅱとは漸移する。
風化花崗岩Ⅱ	露頭では、節理や亀裂が認められる。石英以外の粒子は変質を受けており、黒雲母は茶褐色を呈している。そのため、全体的な色調が茶褐色を呈している。ハンマーで叩くと砂状に剥離するが、節理に沿った場所では塊状に剥離する。剥離した岩塊は手で分解し砂状にすることができる。新鮮花崗岩Ⅱ、新鮮花崗岩Ⅰがコアストーンとして存在している場合がある。風化花崗岩Ⅰとは急変している。
風化花崗岩Ⅰ	黒雲母は一部風化し茶褐色を呈している。また、斜長石も一部風化し白濁している。主として岩盤としての組織を残しており、節理面もはっきりしている。ハンマーで叩くと、節理面に沿って、岩塊が剥離する。剥離した岩塊はハンマーで叩くと割れるが、手で砂状に分解することはできない。新鮮花崗岩Ⅱ、新鮮花崗岩Ⅰがコアストーンとして存在している場合がある。新鮮花崗岩Ⅰとは漸移する。
新鮮花崗岩Ⅱ	黒雲母の周辺に鉄さびが生じている他はほとんど風化していない。節理が認められ、ハンマーで叩くと節理面に沿って、岩塊が剥離する。岩塊はハンマーで割ることはできない。また、風化花崗岩Ⅱ、風化花崗岩Ⅰ中にコアストーンとして産出する場合もある。新鮮花崗岩Ⅰとは急変する。
新鮮花崗岩Ⅰ	非常に新鮮なもので風化の影響を受けておらず、鉱物の変質も認められない。また、節理や亀裂はほとんど認められない。ハンマーで叩くと澄んだ音（金属音）がする。風化花崗岩Ⅱ、風化花崗岩Ⅰ、新鮮花崗岩Ⅱ中にコアストーンとして産出する。

図-4には粘土鉱物分析用の試料の採取位置を示す。

粘土鉱物分析にはマサ 18 試料、風化花崗岩Ⅱ 13 試料、風化花崗岩Ⅰ 2 試料を用いた。試料 57, 59, 71 は斜面崩壊の露頭中の崩積土から採取した。それ以外の試料については露頭から直接採取した。

表-2に粘土鉱物分析結果を示す。粘土鉱物として、スメクタイトやパーミキュライト、ハロイサイト、雲母粘土鉱物、カオリン鉱物が認められた。

風化花崗岩Ⅱでは、雲母粘土鉱物やカオリン鉱物はほとんどの試料に含まれている。一方、パーミキュライトは含む試料と含まない試料に大きく分けられる。

マサにおいても、雲母粘土鉱物やカオリン鉱物はほ

表-2 粘土鉱物分析結果

	Sm	Ve	Ha	Mi	K	分類	風化分帯
59	◎	—	—	△	—	スメクタイト	マサ・崩積土
57	—	△	—	◎	◎	パーミキュライト・雲母・カオリン	マサ・崩積土
21	—	—	—	◎	—	雲母	マサ
25	—	—	△	◎	◎	雲母=カオリン	マサ
24	—	—	—	◎	◎	雲母=カオリン	マサ
18	—	—	—	◎	◎	雲母>カオリン	マサ
35	—	—	—	◎	◎	雲母>カオリン	マサ
32	◎	—	—	—	—	スメクタイト	マサ
31	◎	—	—	—	—	スメクタイト	マサ
30	◎	—	—	—	—	スメクタイト	マサ
14	◎	—	—	—	—	スメクタイト・雲母	マサ
50	△	—	—	◎	◎	スメクタイト・雲母・カオリン	マサ
39	◎	—	—	◎	◎	スメクタイト・雲母・カオリン	マサ
34	◎	—	—	◎	◎	スメクタイト・雲母・カオリン	マサ
66	—	◎	—	◎	◎	パーミキュライト・雲母・カオリン	マサ
64	—	◎	—	◎	◎	パーミキュライト・雲母・カオリン	マサ
47	—	◎	—	◎	◎	パーミキュライト・雲母・カオリン	マサ
58	—	◎	—	◎	◎	パーミキュライト・ハロイサイト	マサ
71	—	—	—	◎	◎	雲母=カオリン	風Ⅱ・崩積土
70	—	—	—	◎	◎	雲母=カオリン	風Ⅱ
69	—	—	—	◎	◎	雲母=カオリン	風Ⅱ
51	—	—	—	◎	◎	雲母=カオリン	風Ⅱ
72	—	—	—	◎	△	雲母>カオリン	風Ⅱ
16	—	—	—	◎	△	雲母>カオリン	風Ⅱ
10	—	—	—	◎	△	雲母>カオリン	風Ⅱ
6	△	—	—	◎	◎	スメクタイト・雲母・カオリン	風Ⅱ
15	—	◎	—	—	—	パーミキュライト・カオリン	風Ⅱ
68	—	◎	—	—	—	パーミキュライト・雲母・カオリン	風Ⅱ
62	—	◎	—	—	—	パーミキュライト・雲母・カオリン	風Ⅱ
54	—	◎	—	—	—	パーミキュライト・雲母・カオリン	風Ⅱ
53	—	◎	—	—	—	パーミキュライト・雲母・カオリン	風Ⅱ
38	—	—	—	△	—	カオリン	風Ⅰ
49	—	◎	—	◎	◎	パーミキュライト・雲母・カオリン	風Ⅰ

表中の記号は、
 ◎は相対的な量が多い粘土鉱物、
 ○は相対的な量が少ない粘土鉱物、
 △はピークが不明瞭な粘土鉱物、
 —は粘土鉱物が認められない試料を表している。
 Sm:スメクタイト
 Ve:パーミキュライト
 Ha:ハロイサイト
 Mi:雲母粘土鉱物
 K:カオリン鉱物

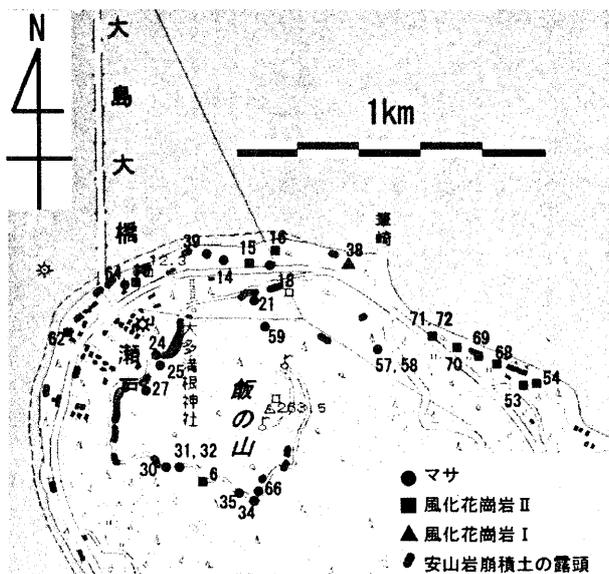


図-4 粘土鉱物試料の採取地点
 図中の番号は表-2に対応する

とんどの試料に含まれており、パーミキュライトを含む試料と含まない試料に分けられる。しかしながら、風化花崗岩Ⅱの試料と異なり、スメクタイトを含む試料が多く認められる。また、それらの試料中には雲母粘土鉱物やカオリン鉱物が存在せず、スメクタイトが単体で存在している試料も存在する。

全体的にみて風化の程度と粘土鉱物組成に明瞭な関連性は認められなかった。また、マサ試料中にはスメクタイトが多く含まれていた。

7. 斜面崩壊

マサや風化花崗岩Ⅱ、安山岩崩積土中に斜面崩壊が発生しているのが確認された。斜面崩壊は、マサや風化花崗岩Ⅱ中に発生しているものと安山岩崩積土中に発生しているものに大きく分けることができる。

マサと風化花崗岩Ⅱの斜面崩壊は同じ形態を持ち、土塊が攪拌され砂状になっているとともに崩積土中の植生が失われている。また、いずれも斜面の傾斜が急角度な露頭で発生している。マサと風化花崗岩Ⅱの斜面崩壊の違いとして、風化花崗岩Ⅱの露頭では節理や亀裂が認められたのに対して、マサの露頭の周辺では認められなかった。また、粘土鉱物組成においてマサには膨潤性をもつスメクタイトが多く認められた。花崗岩からなる法面での斜面崩壊の素因として、スメクタイトの存在が指摘されている⁹⁾。このことから、マサの斜面崩壊は降雨時のスメクタイトの膨潤によって、誘発されることが指摘される。

安山岩崩積土中の斜面崩壊は、マサと風化花崗岩Ⅱの斜面崩壊とは異なり、崩壊した土塊がほぼ原型を保ったまま移動している。そのため、崩積土中には植生が残存しており、露頭では樹木の根曲がりが見事に観察される。このことから、安山岩崩積土中の斜面崩壊は土塊が攪乱されない地すべり的な挙動で活動していると考えられる。

8. まとめ

以上に述べた結果を以下にまとめる。

- 1) 空中写真判読の結果に基づくと、斜面崩壊は大部分が花崗岩類の分布地域で発生している。安山岩類の分布地域ではほとんど発生していない。
- 2) 周防大島北西部、飯の山周辺では、山頂付近に安山岩が分布し、山腹斜面は安山岩起源の崩積土によって覆われていた。この崩積土は、角礫～亜角礫の安山岩礫を含み、その礫の大きさは30～50cmであった。また、崩積土は海岸付近まで達しており、過去に山頂付近で安山岩類の大規模な斜面崩壊があったことが示唆される。
- 3) 花崗岩類を風化の程度により、マサ、風化花崗岩Ⅱ、風化花崗岩Ⅰ、新鮮花崗岩Ⅱ、新鮮花崗岩Ⅰの5種類に分類した。調査地域では、マサに分類される露

頭が数多く認められた。

- 4) 花崗岩類の粘土鉱物分析に基づく、風化の程度と粘土鉱物組成には明瞭な関連性は認められなかった。しかしながら、マサ試料の多くはスメクタイトを含んでいた。スメクタイトは膨潤性の粘土鉱物であることから、降雨時の斜面崩壊の発生に影響を与えていると考えられる。

9. おわりに

ここで述べた斜面崩壊は降雨に起因する斜面崩壊だと考えられる。しかしながら、周防大島は中央防災会議の「東南海・南海地震等に関する専門調査会」において、「東南海・南海地震防災対策推進地域」に指定¹⁰⁾されており、地震による斜面崩壊の危険性も考えられる。今後、周防大島の土砂災害の減災を目的として、地震による斜面崩壊を含めて研究していく予定である。

引用文献

- 1) 山口県, 2005: 山口県の土砂災害危険箇所.
(<http://www.pref.yamaguchi.jp/gyosei/sabo/bunpu.htm>).
- 2) 山口県, 2005: 7月1日からの大雨に関する被害状況等について.
(<http://www.pref.yamaguchi.jp/gyosei/shobo/disaster/disaster.htm>).
- 3) 高橋英太郎, 1953: 山口県大島郡久賀町の地回り. 地学研究, 6, 7-8.
- 4) 高橋英太郎, 1978: 山口県東部の地回りおよび山崩れ. 山口県の自然, 4, 8, 21-23.
- 5) 高本直邦・山本哲朗・松本直, 1997: 山口県内の白亜紀花崗岩類からなる斜面の豪雨時崩壊の特徴. 山口大学工学部研究報告, 47, 359-367.
- 6) 山口県土木建築部砂防課, 1983: 柳井・大島地区54災砂防激甚災害対策特別緊急事業の概要. 32p.
- 7) 山口県, 1979: 土地分類基本調査「久賀・柱島」. 28p.
- 8) 木宮一邦, 1975: 花こう岩類の物理的風化指標としての引張強度—花こう岩の風化—第1—. 地質学雑誌, 81, 349-364.
- 9) 日和田修司・木村哲雄・地下まゆみ・北川隆司, 2002: 鳥取県東伯郡東郷町—三朝町の町境における白亜紀花崗岩のスメクタイト化による法面変形. 粘土科学, 41, 139-143.
- 10) 中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」.
(<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai/index.html>)