

香川大学工学部 学生会員 ○西村 俊明
 香川大学工学部 正会員 長谷川修一
 香川大学工学部 正会員 山中 稔
 香川大学工学部 正会員 野々村敦子

1. はじめに

2004 年 10 月 19, 20 日に襲来した台風 23 号は香川県下に非常に大きな被害をもたらした。香川県中部においても多数の崩壊・土石流が発生した。幸い死者こそ出なかったものの、農地やため池に甚大な被害を与えた。そこで、本研究では香川県中部で特に崩壊が集中している丸亀市綾歌町と仲多度郡満濃町の町境である城山(375m)、猫山(475m)、大高見峰(504m)、竜山(454m)を研究対象に現地調査を行い、崩壊の実態と発生要因を検討した(図-1)。

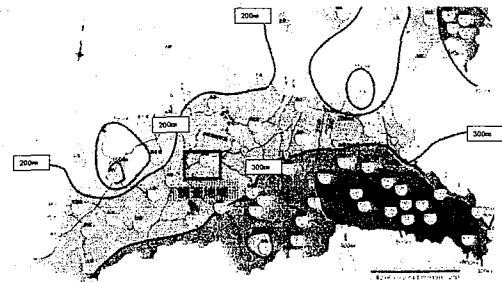


図-1 台風 23 号による雨量分布と調査地域
 (香川県土木部河川砂防課)

2. 地形と地質

調査地域である、城山、猫山、大高見峰、竜山は讃岐山脈の北に続く標高 400~500m の丘陵性の山地となっている。北には瀬戸内海に面した丸亀・坂出平野が広がっている。また、南を一級河川である土器川が流れている。調査地域では領家帯に属する花崗岩類、および変成砂岩が基盤岩を構成している。城山の基盤岩は変成砂岩で構成されている。猫山の基盤岩も城山と同じ変成砂岩であるが、標高 420m から山頂にかけては讃岐岩質安山岩が載っているキャップロック構造になっている。大高見峰、竜山の基盤岩は黒雲母花崗岩と花崗閃緑岩であるが、標高 420m から山頂にかけては猫山と同じ讃岐岩質安山岩が載っているキャップロック構造となっている(図-2)。

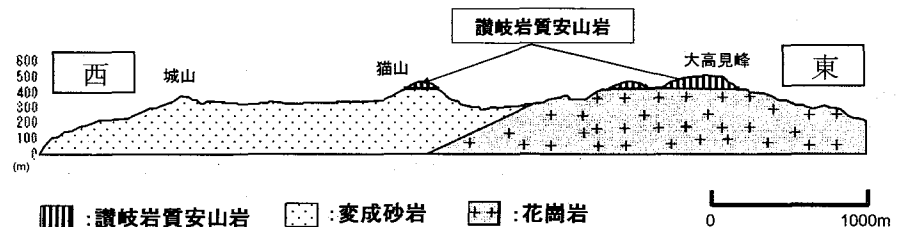


図-2 城山, 猫山, 大高見峰地質断面図

3. 研究内容

- 1) 過去に発生した土砂災害事例調査
- 2) 2004 年台風 23 号による降雨状況・被害状況の調査
- 3) 空中写真判読による崩壊・土石流の分布調査
- 4) 聞き取り調査による土砂災害発生時刻の特定
- 5) 現地調査による崩壊発生状態の把握
- 6) 室内試験(土質試験・X線回折試験)
- 7) 崩壊発生要因の検討

4. 崩壊・土石流の分布特性

本地域では、北斜面には小規模な崩壊が多数発生しているのに対して、南側斜面では比較的に規模の大きな崩壊が数個発生している(図-3)。地質別の崩壊発生個数は、変成砂岩域で 74 ケ所、領家帯花崗岩域で 48 ケ所、安山岩域では竜山(採石場跡)の崩壊 1 ケ所のみとなっている。また、猫山と大高見峰の安山岩境界下で崩壊が集中的に発生している。

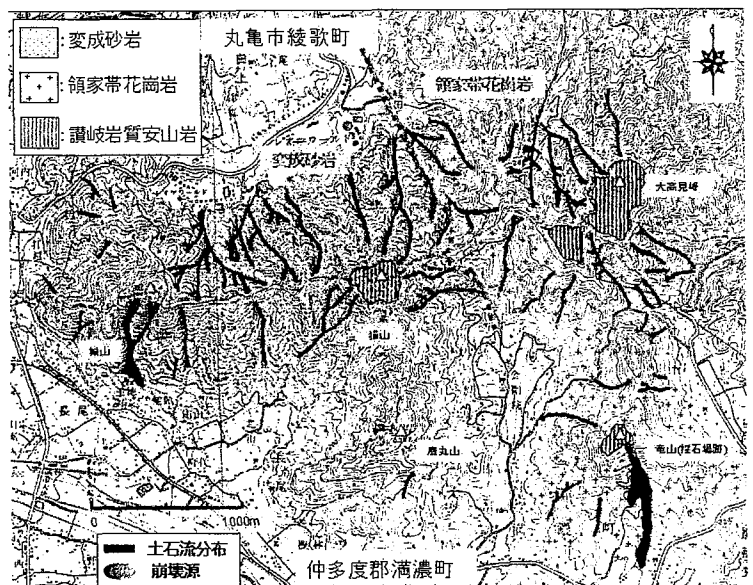


図-3 崩壊・土石流分布図

(国土地理院 25000 分の 1・地形図「善通寺」, 「滝宮」の一部に加筆)

5. 崩壊地の特徴

城山、猫山、大高見峰、竜山の四つの山において崩壊地の簡易測量、崩壊形態分類、地盤状況、湧水状況等の調査を合計で40ヶ所行った。調査結果は以下のとおりである。(1) 崩壊土量は0~350 m³の小規模な崩壊がほとんどであるが、城山南斜面の崩壊は崩壊土量約2450 m³、竜山(採石場跡)の崩壊は約17350 m³と非常に大規模な崩壊も発生している。(2) 地質に関係なく全体の55%が集水地形である谷地形で発生している。また、尾根地形からの崩壊は花崗岩域のみで確認された(図-4)。(3) 多くの崩壊は30~45°の斜面で多く発生している。花崗岩域の傾斜のほうが変成砂岩域の崩壊よりも傾斜が急になっている(図-5)。(4) 多くの崩壊は平均深度0.5~1.5mの表層崩壊である(図-6)。(5) すべり面の位置は全体の75%が斜面堆積物と基盤岩との境界であるが、変成砂岩域では全体の22.5%を占める割合で斜面堆積物内部から発生している(図-7)。(6) ガリ浸食とパイピング跡が全体の約90%の崩壊源で確認できた。

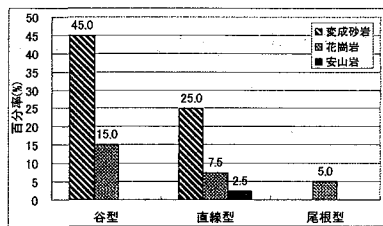


図-4 崩壊源の地形

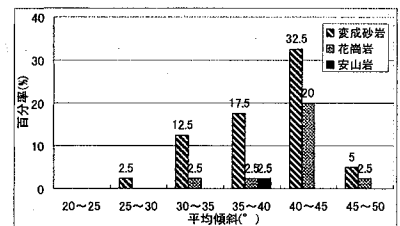


図-5 崩壊前の斜面傾斜

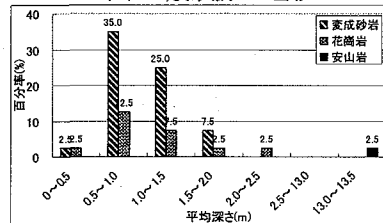


図-6 崩壊源の平均深さ

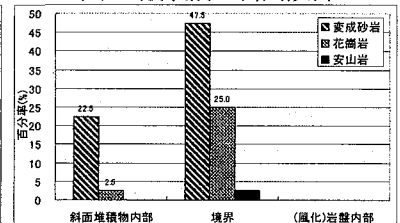


図-7 すべり面の位置

6. 崩壊源すべり面の土の粒度試験

変成砂岩域である城山で3カ所(A-1, A-2, A-3)、猫山で3カ所(B-1, B-2, B-5)、領家帯花崗岩域の大高見峰で3カ所(C-1, C-2, C-3)、安山岩域の竜山(採石場跡)で1ヶ所(D-1)それぞれ崩壊源のすべり面にて採取した土を用いて粒度試験を行った。変成砂岩域の土は細粒分質砂(SF-G)、花崗岩域の土は細粒分質礫質砂(SFG)、安山岩域の土はシルト(高液性限界)(MH)に分類される(図-8)。

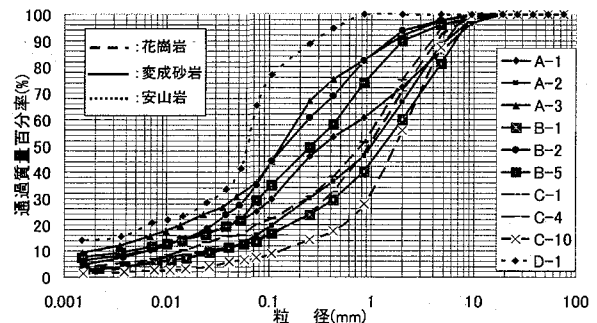


図-8 粒度加積曲線

7. 崩壊土石流の発生時刻と降雨状況

台風23号時の消防通報件数と聞き取り調査による証言は時間雨量がピークである13時から14時で多くなっている(図-9)。また、聞き取り調査によると、変成砂岩域では小規模な崩壊は時間雨量が22mmで累積雨量が156mmに達した10月20日の12時頃から発生し始めている。また、城山南斜面や竜山(採石場跡)の崩壊は地質に関係なく、時間雨量が41mmと最大で、累積雨量が228mmに達した14時頃に発生している(図-10)。花崗岩域の崩壊については、土砂災害発生時刻は不明であるが、現地調査の結果より崩壊前の斜面傾斜が変成砂岩域よりも急になっていることと、粒度試験結果より変成砂岩域の土よりも粗粒分が多くなっていることから12時よりも早い段階で崩壊が発生し始めた可能性がある。

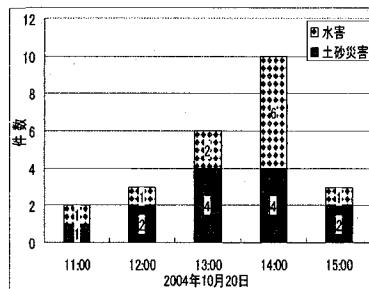


図-9 聞き取り調査証言と消防通報

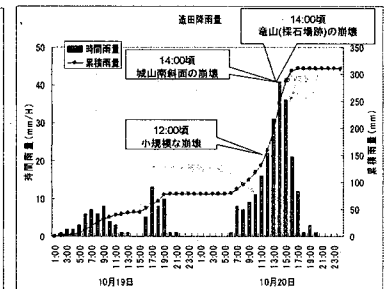


図-10 台風23号による降雨状況

8. まとめ

以上の調査結果を基に地質別に崩壊の比較を行った結果を表-1に示す。

香川県中部への大雨洪水警報は9:50に発令されており、この地域への避難勧告は15:35に発令されている。しかしこれは崩壊土石流の発生後であり、今後はこれよりも早い段階で避難勧告を出す必要がある。この地域におけるその基準は崩壊土石流が発生し始めた12時頃の時間雨量20mm、累積雨量150mmが一つの目安となる。

表-1 地質別崩壊の比較

	花崗岩域	変成砂岩域	安山岩域
崩壊発生個数(個)	48	74	1
平均傾斜(°)	40.6	38.5	36.0
平均深度(m)	0.9	1.0	9.4 (碎石ずりの崩壊)
平均崩壊土量(m ³)	113	198	17355
すべり面の位置	岩盤との境界	91%	68%
	斜面堆積物内部	9%	32%
D50の平均値(mm)	0.833	0.378	0.068
土の工学的分類	細粒分質礫質砂(SFG)	細粒分質砂(SF-G)	シルト(高液性限界)(MH)
崩壊・土石流発生時刻	不明	小規模:12時頃 大規模:14時頃	採石場跡の崩壊 14時頃