

平成21年7月中国・九州北部豪雨による飯塚市西部の斜面崩壊の特徴

CHARACTERISTICS OF SLOPE FAILURES INDUCED BY THE 2009 CHUGOKU AND NORTHERN KYUSHU HEAVY RAINFALL AT THE WESTERN AREA OF IIZUKA CITY, FUKUOKA PREFECTURE

黒木 貴一¹・塚本 嵩史²・黒田 圭介³

Takahito KUROKI, Takafumi TSUKAMOTO and Keisuke KURODA

¹ 福岡教育大学 (〒811-4192 宗像市赤間文教町 1-1)

E-mail: kuroki0@fukuoka-edu.ac.jp

² インフォテクノ朝日 (〒206-8611 多摩市鶴牧 1-23)

E-mail: spcu9kd9@key.ocn.ne.jp

³ 西南学院大学非常勤講師 (〒814-8511 福岡市早良区西新 6-2-92)

E-mail: kuroda@seinan-gu.ac.jp

Key Words: the 2009 Chugoku and northern Kyushu heavy rainfall, slope failure, landform, joint, vegetation

1. まえがき

2009年7月24日から26日まで、福岡県中部を襲った豪雨(平成21年7月中国・九州北部豪雨)は、降り始めから3日間の積算雨量が飯塚市で568mm、太宰府市で617mm、那珂川町(南畑)で561mmに達した。飯塚市では、24日夜間と26日午前中に2回の集中豪雨があり、その際の最大時間雨量は24日20時の98mmだった(図

-1)¹⁾。これらの市町では2003年にも時間雨量100mmに達する集中豪雨(2003年7月九州豪雨)があつて、太宰府市や宇美町では斜面崩壊、土石流、洪水が発生し²⁾、博多駅前の御笠川は氾濫した³⁾が、今回の豪雨はこれよりはるかに多い積算雨量とそれに匹敵する時間雨量を記録した。この結果、篠栗町、福智町では大規模な斜面崩壊が発生した⁴⁾。両年の豪雨により、これら市町では小規模な斜面崩壊はともに見られたが、大規模な

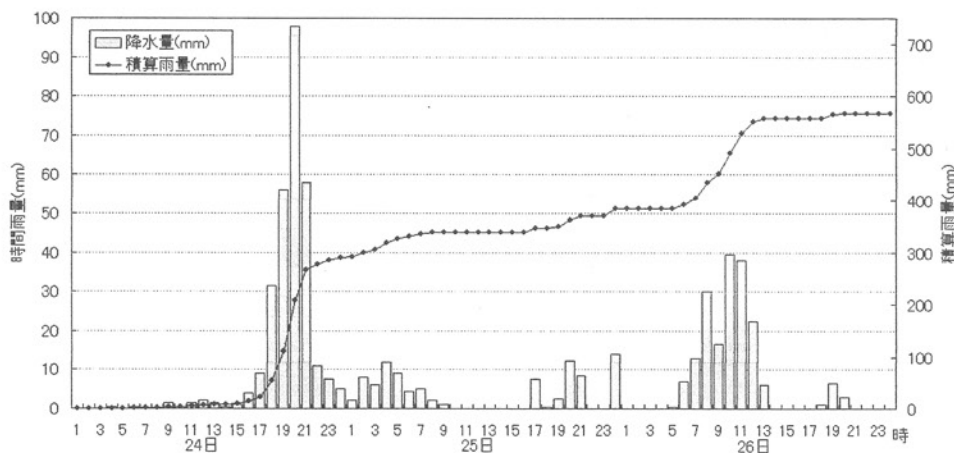


図-1 飯塚市の2009年7月の豪雨

ものは再度生じていない。これには斜面崩壊の周期性および斜面の免疫性^{5), 6)}も影響したと思われる。各豪雨による大規模な斜面崩壊に対する調査は多いが、各豪雨時の斜面崩壊の特徴を、同じ地域で調査し比較検討したものは少ない。そこで、本研究では2003年と2009年ともに斜面崩壊の生じた、飯塚市西部において、防災の見地から地形・地質学的な調査を進めた。

2. 調査方法

(1) 研究対象地域

飯塚市(214km²)は福岡県の中央部にあり、東側は直

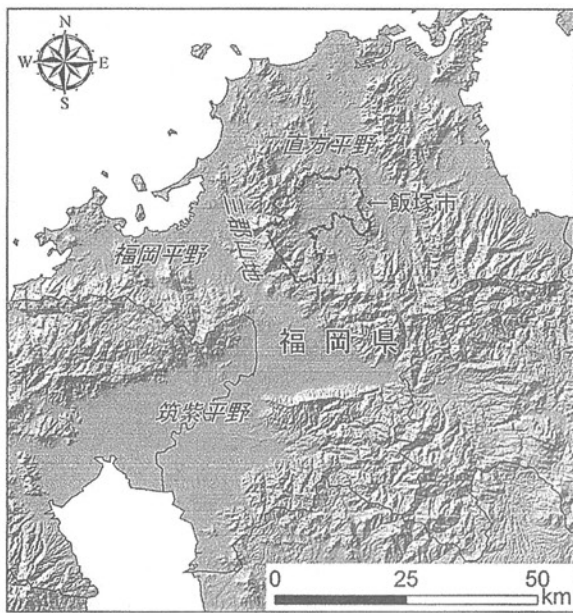


図-2 飯塚市の位置と地形

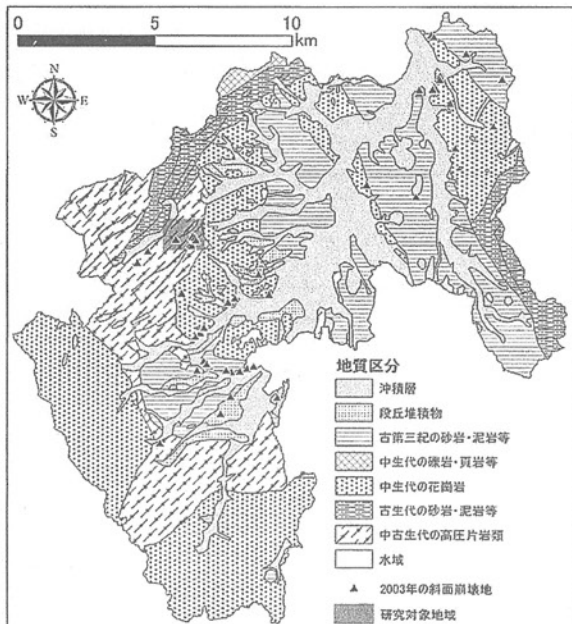


図-3 研究対象地域と地質

方平野の南半部が占め、西側には標高900m程度の三郡山地があって福岡平野との境をなしている(図-2)。

20万分の1地質図⁷⁾によると、本地域には古い方から、古生代及び中生代に変成した苦鉄質片岩や泥質片岩などの高圧片岩類(三郡変成岩)、古生代の砂岩及び泥岩(チャート、石灰岩、苦鉄質火山岩類を含む)、中生代の花崗岩と礫岩・頁岩及び砂岩、古第三紀の砂岩・泥岩・礫岩及び石炭が見られ、そのほか段丘堆積物、沖積層が分布する(図-3)。福岡県飯塚土木事務所および飯塚市農林課の資料にある2003年の斜面崩壊地の位置を図-3に重ねると、それらは中生代の高圧片岩類、中生代の花崗岩、古第三紀の砂岩・泥岩等の分布域に多い。そこで本研究では、2003年に斜面崩壊が多く発生した飯塚市西部の中古生代の高圧片岩類分布域の約1.6km²を研究対象地域とし(図-3)、そこに敷設された林道(龍王線、1991年設置、延長6528m)周辺に生じた斜面崩壊に関し地形、地質、植生の特徴を調査し、2003年と2009年の発生場所や形状の比較を行った。

(2) 地形区分

飯塚市2006年撮影の1万分の1カラー空中写真(C6-8879, 8880)複写を使用し地形区分を実施した。地形は、田村(1999)⁸⁾を基準とし傾斜変換線に着目して頂稜、上部谷壁、下部谷壁、下部谷壁凹斜面、崖錐、沖積低地を、さらに林道設置時の大規模な地形改変による人工切土を区分した。崖錐は、上部谷壁または下部谷壁の下位にみられる緩斜面で、一部段丘化している。頂稜と上部谷壁の境界と上部谷壁と下部谷壁の境界は斜面崩壊の発生日安とされる傾斜変換線である。

(3) 現地調査

a) 地形計測

2003年と2009年の斜面崩壊(以後、03崩壊、09崩壊と呼ぶ)に関し、斜面崩壊の幅(崩壊地尾部両端の最大長さ)、延長(崩壊地尾部の中央から崩壊地頭部の鉛直下までの水平距離)、高さ(崩壊地尾部の中央と崩壊地頭部との標高差)をレーザー測距儀(TruPulse200)で計測し、斜面崩壊の向き(崩壊地頭部から崩壊地尾部中央を見たときの方位角)をクリノメーターで計測した。

b) 節理計測

林道沿いの法面や崩壊地などの露頭にみられる節理の走向と傾斜をクリノメーターにより計測した。

c) 植生調査

林道沿いの植生を、約10m毎に左右それぞれ視通の確保できる最大約30mまで観察し、6区分(スギ・ヒノキ、雑木、竹、コンクリート、雑草、岩)した。

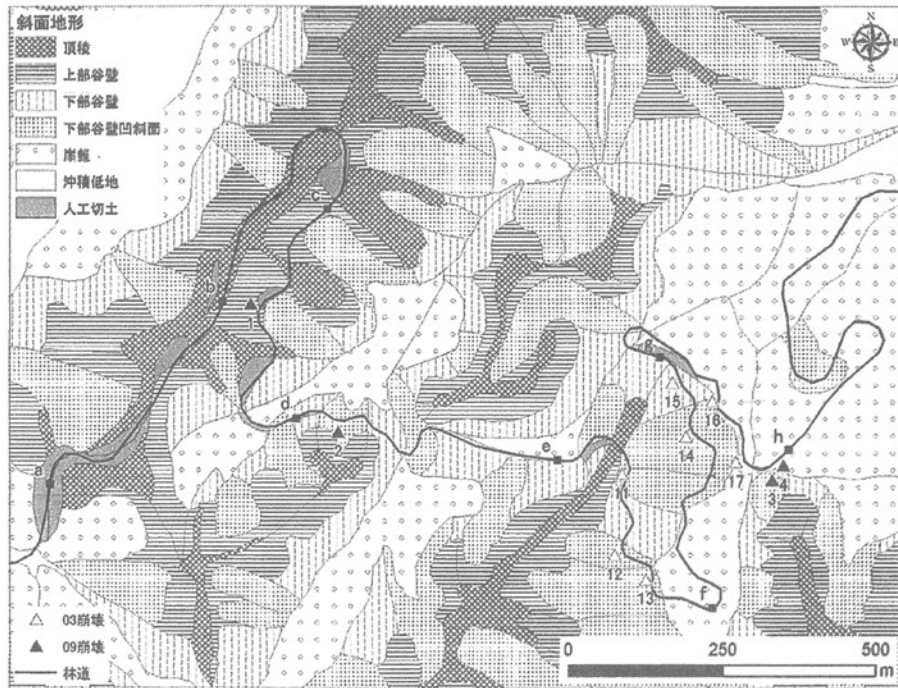


図-4 地形区分

3. 調査結果と解釈

(1) 斜面崩壊の地形的位置

図-4は研究対象地域の地形区分を示し、そこに03崩壊と09崩壊などの位置を示した。研究対象地域の西側は頂稜、上部谷壁、下部谷壁が多く、東側は下部谷壁凹斜面と崖錐が多く分布する。頂稜は北東から南西に延び、その他の地形は頂稜に対し直交する北西から南東に伸びる傾向がある。林道は、西側では主に頂稜と上部谷壁にあり、中央部では主に下部谷壁と下部谷壁凹斜面にあり、東側では主に崖錐にある。この林道沿いで、03崩壊(no.11-17、域外にno.18)は下部谷壁と下部谷壁凹斜面に生じており、崩壊源は林道に近接することが多かった。一方、09崩壊(no.1-4、域外にno.5)は上部谷壁、下部谷壁、下部谷壁凹斜面に生じており、崩壊源は林道から少し離れた位置に多い。つまり09崩壊は上部谷壁、あるいは上部谷壁に近い場所にあり、地形的には03崩壊よりも上位に多かった。

(2) 斜面崩壊の地形・地質的特徴

表-1は各斜面崩壊の緒元を示す。このうち03崩壊(no.12)の跡地(写真-1)は、崩壊の幅が6.9m、延長が8.7m、高さが5.2mである。すでに崩壊物質は除去され雑草が生えており、崩壊跡地尾部には再崩壊を防ぐための蛇籠が設置されている。03崩壊は写真-1のように小規模な崩壊が多かった。09崩壊(no.1)(写真-2)は、崩壊の幅が19.3m、延長が40.4m、高さが20mである。写真右方から左下方へ基盤岩とともに移動した崩壊物質

がそこに残されている。なお基盤岩に見られる代表的な節理はN40° E68° N, N4° W52° N, N64° E72° Sで

表-1 斜面崩壊の緒元

	no	幅(m)	延長(m)	高さ(m)	傾斜(度)	向き(度)
09崩壊	1	19.3	40.4	20	26.3	75
	2	7.6	45.3	24.7	28.6	40
	3	19.4	34.4	15.3	24	341
	4	20	31.5	13.4	23	348
	5	24.6	34.3	21.2	31.7	325
03崩壊	11	7.6	5.9	3.4	30	95
	12	6.9	8.7	5.2	30.9	80
	13	10.8	17.1	8.3	25.9	142
	14	6	20	11.4	29.7	350
	15	10.5	14.1	7.5	28	115
	16	6.5	11.9	8.6	35.9	142
	17	11.3	22.4	12.3	28.8	118
	18	10.6	37.5	24.6	33.3	315



写真-1 03崩壊例 (no. 12)

ある。09 崩壊は小規模な崩壊に加え、写真-2 のように大規模な崩壊が多かった。



写真-2 09 崩壊例 (no. 1)

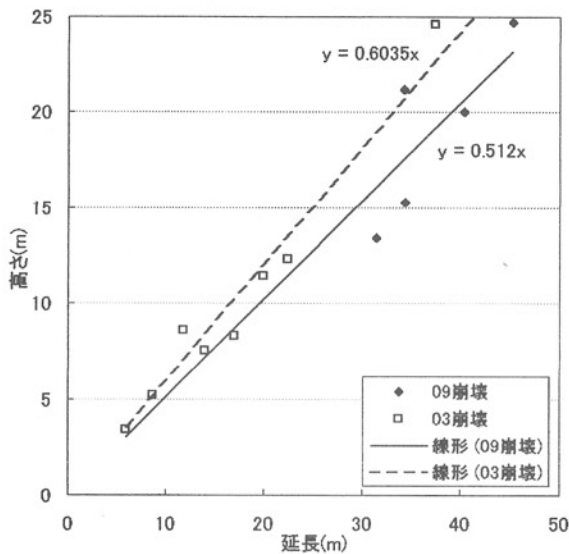


図-5 斜面崩壊の高さと延長との関係

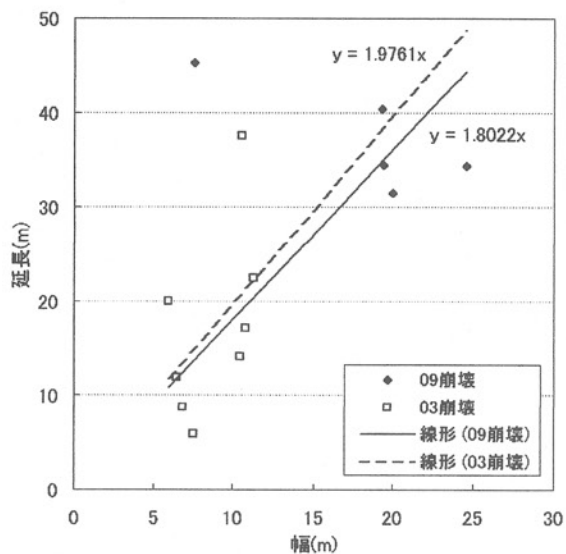


図-6 斜面崩壊の延長と幅との関係

そこで縦軸を各斜面崩壊の高さとし横軸を延長として値をグラフに示し、崩壊年毎に切片を 0 とする直線で近似した(図-5)。09 崩壊は 03 崩壊に比べて直線の傾きが若干小さいので、09 崩壊は全体的に傾斜が緩やかである。次に縦軸を各斜面崩壊の延長とし横軸を幅として値をグラフに示し、崩壊年毎に切片を 0 とする直線で近似した(図-6)。09 崩壊は 03 崩壊に比べて直線の傾きが若干小さいので、09 崩壊は全体的に幅広い形態をもつ。これらの結果は、下部谷壁と下部谷壁凹斜面に生じた 03 崩壊に対し、09 崩壊が下部谷壁などよりも緩傾斜で地形的に上位にある上部谷壁に近い位置で大規模に生じたことを示している。

図-7は計測した節理のステレオ投影である。主にNE-SW 走向で南向き急傾斜の節理 A, N-S 走向で西向き緩傾斜の節理 B, NW-SE 走向ではほぼ垂直な節理 C を区分できる。節理 C は節理 A や節理 B に比べて少ない。このステレオ投影の外縁に崩壊年別に斜面崩壊の向きを三角形で示した。主に北西向きの崩壊①と東向きの崩壊②が多く、北東向きの崩壊③が一つ見られた。既存研究^{9), 10)}から、そこで生じる斜面崩壊および地形は、岩盤の節理系の影響を受けていると考えられる。頻度と方向性から節理系と斜面崩壊の向きは、節理 A は崩壊①に、節理 B は崩壊②に、節理 C は崩壊③に対応付けられる。これは各斜面崩壊が研究対象地域に卓越する節理の走向に対し直角方向に、節理の傾斜方向に対し逆方向に生じる傾向を持つことを示す。つまり各斜面崩壊が受盤型の地質条件を持ちやすいことを示している。



図-7 節理のステレオ投影

(3) 斜面崩壊と植生分布

林道沿いの植生分布を図-8に示す。図-8では、林道を西から東に向かう時の左手を林道より上位に、右手を

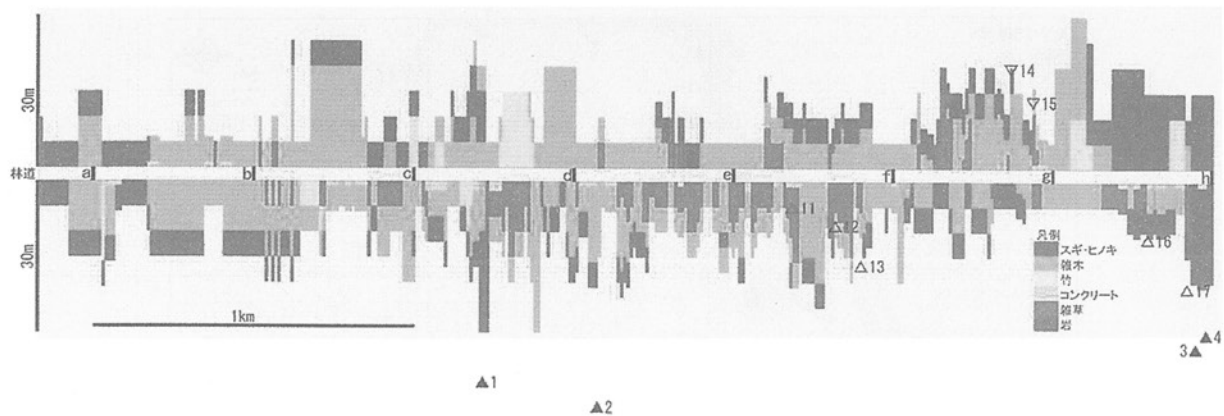


図-8 林道沿いの植生分布(原図はカラー)

林道より下位に示し、林道に植生調査の 500m 間隔の基準点 a~h(位置は図-4を参照)を示す。林道を中心にとみると、林道から約 10m 以内の近い場所に雑草と竹が多く、約 20m 以上の遠い場所にスギ・ヒノキの人工林が多く、両者の間に雑木が多い。林道の延長方向で見ると、地点 c~h では林道付近に雑草が多いが、特に地点 d~g では雑草の出現頻度が高い。一般に、土地の擾乱直後は雑草が生じ、しばらく後に雑木が目立ち始めるため、雑草と雑木は斜面崩壊の跡地あるいは林道敷設に伴う法面を示すものと思われる。そこで図-8 に 03 崩壊と 09 崩壊の頭部位置を示したところ、雑草の出現頻度の高い地点 d~g では規模の小さい 03 崩壊が多くあり、それ以外の場所に 09 崩壊の多いことが分かった。また雑草の出現頻度の高い地点 d~g は、それ以外の場所に比べ、雑木までの距離が林道から近い。したがって図-8 の雑草と雑木の分布は、斜面崩壊跡地を含み、林道の延長方向で見た雑草の間隔と林道から雑木までの距離は、今後発生する斜面崩壊の頻度と規模に関連する可能性がある。今後、過去の空中写真から既往崩壊地や林道敷設工事履歴との比較対照を進めたい。

4. 考察

(1) 03 崩壊と 09 年崩壊の相違の解釈

図-9 は 03 崩壊の原因となった 2003 年 7 月 18 日と 19 日の飯塚市の降雨状況である¹⁾。飯塚市では、2 日間に積算雨量が 329mm で、その際の最大時間雨量は 19 日 3 時の 79.5mm だった。つまり飯塚市における 2009 年の豪雨は、2003 年の豪雨に比べて降雨強度が強かった。そして 2009 年の豪雨では、上部谷壁に近い位置に大規模な斜面崩壊を生じた。このことは降雨強度が強い場合、地形的位置のより上位で斜面崩壊が生じやすくなるという調査報告⁸⁾と調和的である。また下部谷壁と下部谷壁凹斜面では 03 崩壊のような小規模の斜面崩壊が意外に少なかった。これは 2003 年に斜面崩壊の生じた下部谷壁を中心に、豪雨に対する免疫性ができ

ていたことを示す。

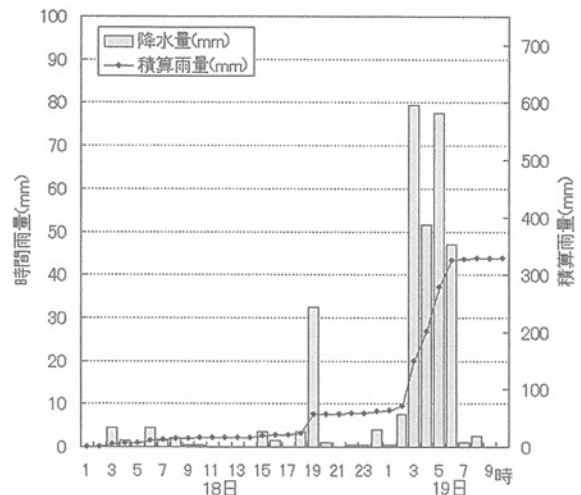


図-9 飯塚市の 2003 年 7 月の豪雨

(2) 地形区分のスケール変換による斜面崩壊の位置

空中写真で斜面地形の区分単位より広く地形を観察すると、滑落崖と地すべり土塊からなる地すべり地形を判読できる。そこでマルチスケール地形分類法¹¹⁾を考慮し、斜面地形の区分を地すべり地形の区分に変換した(図-10)。変換は、凸地形の構成要素となる崖錐や頂稜の一部を統合して地すべり土塊に再区分し、平滑な急斜面の構成要素となる上部谷壁、下部谷壁、下部谷壁凹斜面を統合または分割して滑落崖に再区分した。分割では、区分された斜面地形にある不明瞭な地形変換線、たとえば頂稜の鞍部、下部谷壁斜面の谷底、上部谷壁の方向変化部に着目した。この結果、研究対象地域の大半が地すべり地形で構成されており、林道は西部を除き滑落崖と地すべり土塊に設置されていると解釈された。このため、研究対象地域はもともと地盤の変位が生じやすく、豪雨時に斜面崩壊を生じやすい地形場だと考えられる。

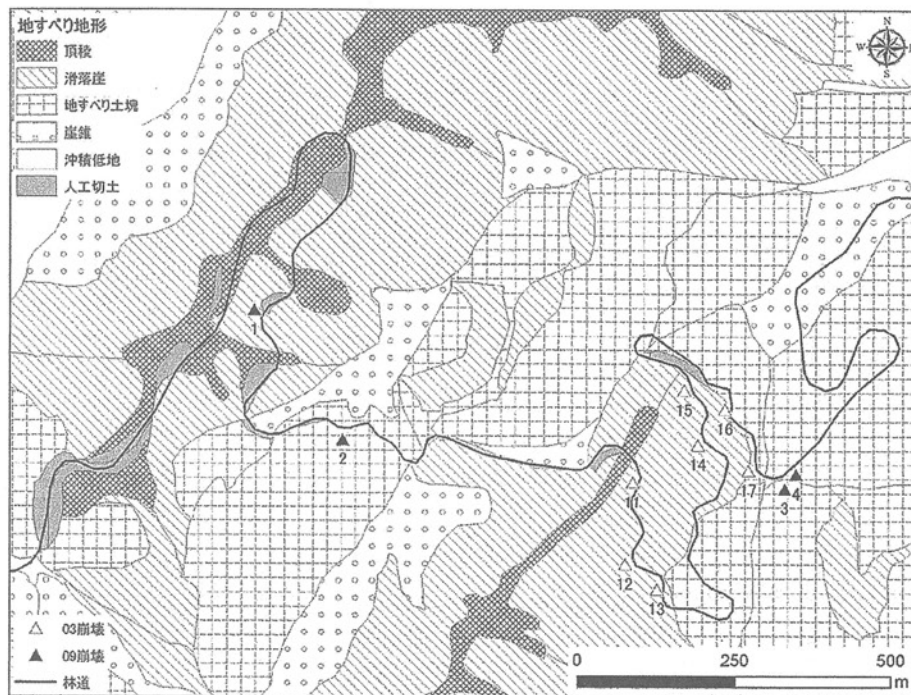


図-10 地すべり地形区分

5. まとめ

飯塚市西部の林道龍王線付近の03年崩壊と09年崩壊の地形、地質、植生を調査し、その特徴を検討した結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 09崩壊は、03崩壊よりも地形的には上位の上部谷壁あるいは上部谷壁に近い場所に生じ、大規模なものが多かった。これは2009年の豪雨の降雨強度が強かったことと、2003年の豪雨で生じた斜面の免疫性が影響を与えていると考えられる。
- 2) 斜面崩壊は、節理の走向に対し直交方向で、節理の傾斜方向に対し逆方向の、受盤型の地質条件地で生じる傾向を持つ。
- 3) 斜面崩壊は、もともと地盤の変位が生じやすい地すべり地形の中で生じた。

今後、研究対象地域の斜面崩壊や工事に伴う植生変遷と、一般傾斜や谷の発達方向を決めるより広範な地塊運動に関する検討が必要と思われるが、それに関しては今後の課題としたい。

謝辞：本研究において、飯塚市総務課の縄田様と橋本様、飯塚土木事務所の長様には空中写真および03崩壊に関する資料収集に際し便宜を図っていただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 気象庁、気象統計情報、<http://www.data.jma.go.jp/obd/s tats/etrn/index.php>, 2010.3.23.

- 2) 後藤健介・磯望・黒木貴一・陶野郁雄・植村奈津子・谷山久実・御厨えり子：四王寺山脈(太宰府市域)における土石流災害，自然災害研究協議会西部地区部会報，28 101-104, 2004.
- 3) 黒木貴一・磯望・後藤健介・張麻衣子：2003年九州豪雨による博多駅周辺の洪水災害と土地条件，自然災害研究協議会西部地区部会報，28 117-120, 2004.
- 4) 佐藤秀文・徳田充樹・永川勝久・山田靖司・村瀬聖文・古閑美津久：平成21年九州北部豪雨による斜面崩壊の特徴，自然災害研究協議会西部地区部会報，34 69-72, 2010.
- 5) 小出博：日本の国土(下)，東京大学出版会，556p, 1973.
- 6) 下川悦郎・地頭菌隆・高野茂：しらす台地周辺斜面における崩壊の周期性と発生場の予測，地形，10 267-284, 1989.
- 7) 地質調査所：1:200,000地質図 福岡，1993.
- 8) 田村俊和：崩壊発生位置と崩壊履歴からみた斜面発達過程の研究，平成9・10年度文部省科学研究補助金，基盤研究B，研究成果報告書，87p, 1999.
- 9) 北川隆司：花崗岩の斜面崩壊方向の指標としての粘土細脈，応用地質，37 64-72, 1996.
- 10) 黒木貴一・長谷川裕之：1999年広島豪雨による斜面崩壊と斜面地形との関係-観音台地区を例として，応用地質，44 84-93, 2003.
- 11) 豊島正幸：マルチスケール地形分類法による紫波扇状地の水文地形の検出，地理学評論，68 322-338, 1995.

(2010.5.14 受付)