

徳島県那賀川上流域に分布する地すべりの地形的特徴

北村真一^a・西山賢一^b

^a 徳島大学大学院人間・自然環境研究科, 〒770-8502 徳島市南常三島町 1-1

^b 徳島大学総合科学部自然システム学科, 〒770-8502 徳島市南常三島町 1-1

Geomorphological features of landslides distributed in upper stream of Naka-river, Tokushima, Japan

Shin-ichi KITAMURA^a, Ken-ichi NISHIYAMA^b

Graduate School of Human and Natural Environment Sciences, University of Tokushima, 1-1 Minamijosanjima,
Tokushima 770-8502, Japan

Laboratory of Geology, Faculty of Integrated Arts and Sciences, University of Tokushima, 1-1 Minamijosanjima,
Tokushima 770-8502, Japan

Abstract

In this study, Geomorphological features of landslide distributed in the upper stream of Naka-river, Tokushima, are studied with air-photograph interpretation and map reading. The number of landslide in investigation area is 0.29 number/km² in Chichibu belt, 0.34 number/km² in Kurosegawa belt, 0.17 number/km² in Sambosan belt and 0.09 number/km² in Shimanto belt. The most number of landslide is Kurosegawa belt and the least number of landslide is Shimanto belt. Landslides show tendency to become smaller in equivalent coefficient of friction as a large scale landslide. Direction of landslide in Kurosegawa belt has a lot of trend of NNE to NE and in Chichibu belt has a lot of trend of ENE to E. Some 63% is in under 50 meters of height from river bed to end of landslide body, but some 23% is in over 100 meters. Deepening of river beds proceeds in transverse valley at the Sakasyukito-river in Kurosegawa belt, while ingrown meander grows in the Naka-river that flows in Sambosan belt and Shimanto belt. Distribution of landslides in these areas is related to the effect of deepening and lateral erosion of river.

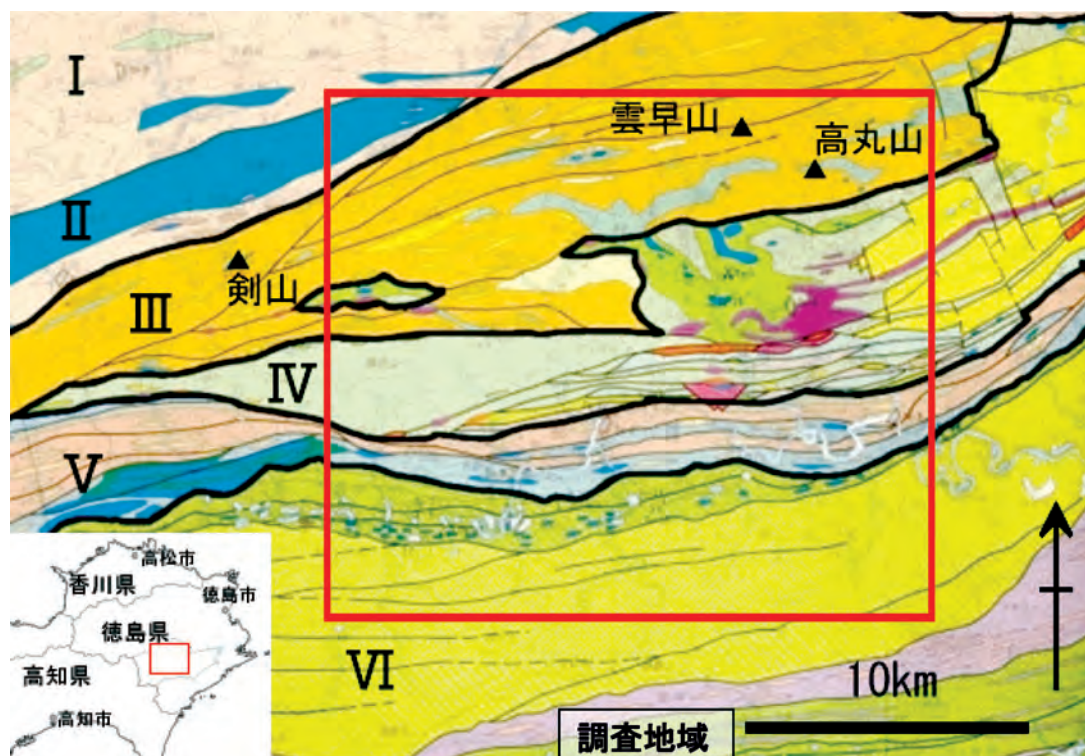
Keywords : landslide, Geomorphological features, air-photograph interpretation, equivalent coefficient of friction, Naka-river

1 はじめに

四国の面積は全国比率の5%であるが、四国の地すべり危険箇所は2,685箇所(全国比率の12.6%)であり、全国でも有数の地すべり地帯である(四国山地砂防事務所, 2004)。また、四国における人口当たりの土砂災害発生件数は全国比約4.6倍(四国山地砂防事務所, 2006)であり、地すべりや斜面崩壊、土石流などの土砂災害が発生しやすい。特に台風や梅雨末期の豪雨になると、2004年台風10号豪雨時のような斜面崩壊がしばしば発生している。以上のことから、地すべり・斜面崩壊の発生場の予測、被害の軽減のために、地すべりの地形的特徴の把握ならびに発生要因の検討は重要である。

徳島県南部の那賀川、勝浦川流域では、1701年に徳島県上勝町の山犬嶽、1892年に徳島県那賀町の高磯山で大規模な崩壊が発生している(寺

戸, 1970; 寺戸, 1975)。高磯山の崩壊では、崩壊土砂により人家10数戸、60余名を埋没するとともに、この崩壊で那賀川本流の河道閉塞が生じ、形成された天然ダムが2日後に決壊し、下流域にも大被害をもたらした(寺戸, 1970; 井上ほか, 2005)。1976年には台風17号による豪雨で、那賀町・新九郎山の東斜面を含めた四国東部で多くの崩壊が発生している(寺戸, 1977)。また、2004年台風10号豪雨により、旧木沢村の阿津江や大用知、加州などで地すべりや斜面崩壊が発生し、周辺地域に重大な被害をもたらした(西山ほか, 2005; 櫻井ほか, 2006; 横山ほか, 2006)。最近発行された地すべり地形分布図(清水ほか, 2006)でも、当地域には多くの地すべり地形が分布することが示されている。本研究ではこのような大規模な崩壊を含め、徳島県那賀川上流域に分布する地すべりについて、地形的特徴・地質分布との関係性について検討を行った。



第1図 調査地域周辺の広域地質図

20万分の1地質図(四国地方土木地質図編纂委員会, 1998)の一部に加筆

I: 三波川帯, II: 御荷鉾帯, III: 秩父帯, IV: 黒瀬川帯, V: 三宝山帯, VI: 四万十帯

2 那賀川上流域の地形・地質概要

那賀川上流域には剣山から東方向に伸びる主要な稜線が連なっており、調査地域内での最高峰は剣山から南東約 6 kmにある折宇谷山^{おりうだにやま}(1,652 m)、次いで剣山から東方約 6 kmにある天神丸^{てんじんまる}(1,631m)であり、剣山から東方向に離れるにつれて標高が低くなっている。また、那賀川以南の地域でも標高が低くなっている。那賀川は深く下刻して V 字谷を形成しており、坂州木頭川は那賀川以上に傾斜角の大きい V 字谷を形成している。

調査地域周辺の広域地質図を第 1 図に示す。以下の地質帯の概要は四国地方土木地質図編纂委員会(1998)に従った。調査地域周辺は中央構造線より南側の西南日本外帯に属し、地質帯の分布は東西に走向をもつ帯状構造をなしており、北から順に三波川帯、秩父帯、黒瀬川帯、三宝山帯、四万十帯と並んでいる。以下では秩父累帯を秩父帯(秩父北帯)、黒瀬川帯、三宝山帯(秩父南帯)の 3 つに区分した。

3 那賀川上流域の地形の解析方法

3.1 地形解析の方法

本研究では、徳島県那賀川上流域を中心に、南北約 20 km・東西約 24 kmの範囲(国土地理院発行の 2 万 5 千分の 1 地形図「長安口貯水池」, 「雲早山」, 「阿波出原」, 「谷口」)を対象とした。この範囲で那賀川上流域の地形的特徴を検討するために、以下の調査を行なった。

地すべり地形やその分布を把握するために、1 万 5 千分の 1 空中写真(国土地理院, 1975 年撮影, 写真番号: C1A 18~43, C2A 18~42, C3A 17~38, C4A 15~36, C5A 15~29, C5B 1~10, 1976 年撮影,

写真番号: C5A 13~21, C5B 1~17, C6B 4~24, C7A 14~36, C8B 3~22, C9 16~38)を用いて判読を行ない、判読結果を 2 万 5 千分の 1 地形図に転写し、地すべり分布図を作成した(第 2 図)。

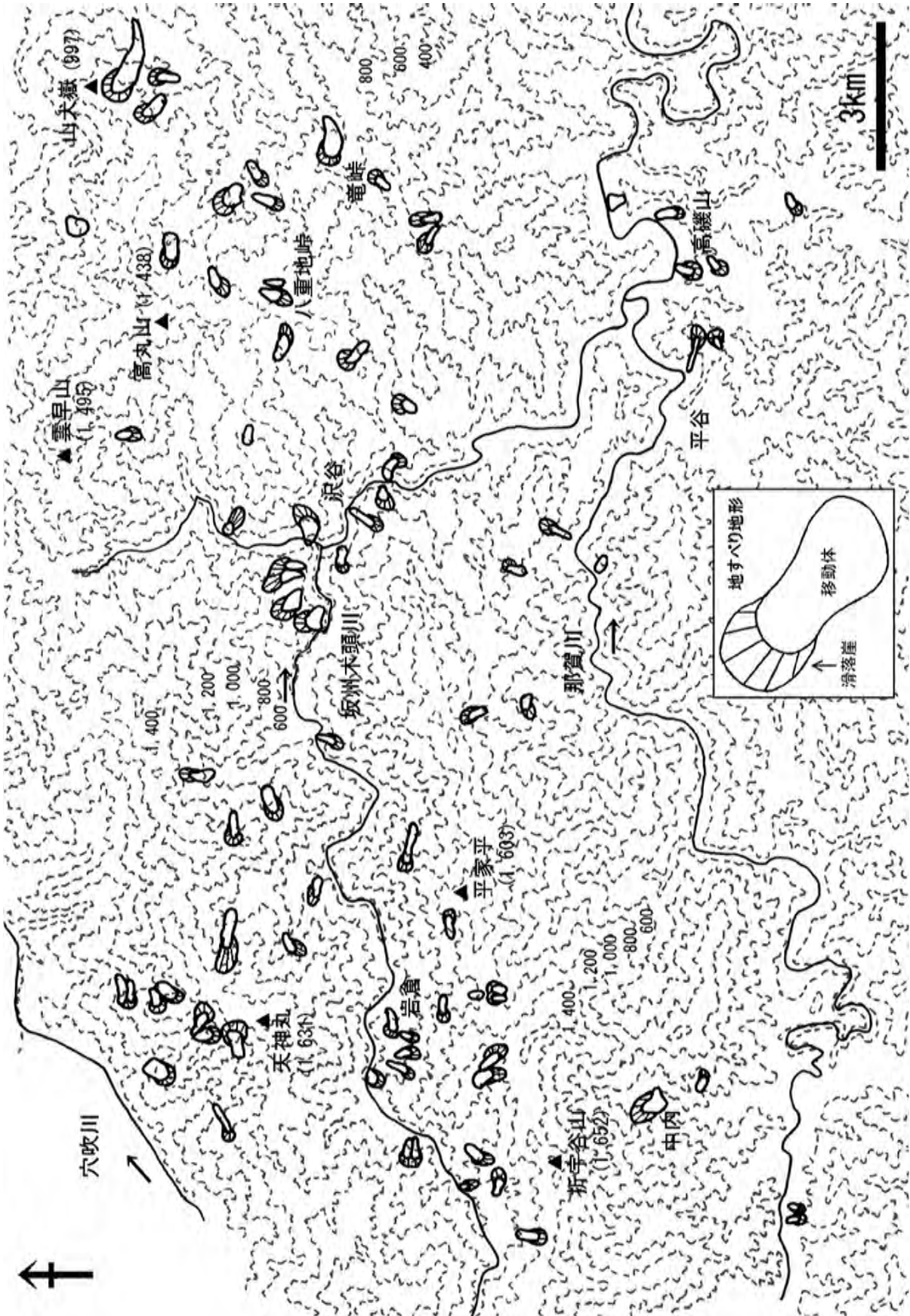
調査地域内の地すべり地形の地形的特徴を検討するために、地すべり地形の移動体の面積(A)、滑落崖から移動体末端までの水平距離(L)、滑落崖から移動体末端までの鉛直距離(H)、等価摩擦係数(H/L)、地すべりの移動方向(滑落崖から移動体末端までの移動方向)を求めた。計測には 2 万 5 千分の 1 地形図を用いた。地すべり地形の移動体の容積を計測することは容易ではないため、移動体の面積を計測し、それを地すべり地形の規模とみなした。地すべり地形は、面積が 0.03 km²以上のものを抽出し、方眼紙に転写して面積を求めた。また、地質分布との関係を調べるために、既存の地質図と重ね、地すべり地形の個数を計測した。

標高や起伏量が、地すべり地形の分布にどのような影響を及ぼしているか検討した。2 万 5 千分の 1 地形図に 1 km²の方眼を作成し、空中写真より判読した地すべり地形の標高(E_L : 滑落崖上部の標高)、地すべり地形を含む各方眼の起伏量(R)を求めた。

調査地域では、河床からの移動体末端までの比高が 100m 以上に達する地すべり地形が認められる。そこで河床からの移動体末端までの比高と地すべり地形との関係について検討した。2 万 5 千分の 1 地形図を基に、河床から移動体末端までの比高を求めた。ただし、地形図には記されていない恒常流も考慮するために、谷線に対して地すべりの移動方向が 45°~90°となる谷線を河川とした。

3.2 地質帯との関係についての検討方法

空中写真の判読より求めた地すべり地形の分布と、地質分布や地形的特徴との関係について、



第2図 地すべり分布図 (等高線の間隔は200m)

以下の方法で検討した。既存の地質図(20 万分の 1 四国地方土木地質図)の地質境界を 5 万分の 1 地形図「桜谷」,「雲早山」,「北川」,「剣山」に転写し,地すべり分布図(第 2 図)と重ね,検討を行った。

4 調査地域における地すべり地形の分布・形態 についての検討

4.1 判読結果

第 2 図に示すように,調査地域には,地すべり地形が密集している地域がいくつかあり,坂州木頭川沿いの沢谷地域,坂州木頭川上流の岩倉地域,天神丸の北および北東斜面の穴吹川に合流する支流,高丸山南方の八重地峠付近に多い。個々の地すべり地形で特に面積が大きいものは,上勝町にある山犬嶽の山頂直下の地すべり地形で,面積(A)は 0.41 km², 滑落崖から移動体末端までの水平距離(L)は約 1.7 km, 滑落崖から移動体末端までの鉛直距離(H)は約 560m, 等価摩擦係数(H/L)は 0.36 である。密集地以外にも面積が大きい地すべり地形があり,旧木頭村の中内地すべり(A=0.17 km², H/L=0.4),旧上那賀町平谷の東方約 2 kmにある地すべり地形(A=0.12 km², H/L=0.52),上勝町の竜峠北東にある地すべり地形(A=0.23 km², H/L=0.54)などが挙げられる。面積の小さい地すべり地形は調査地域全域に分布する。

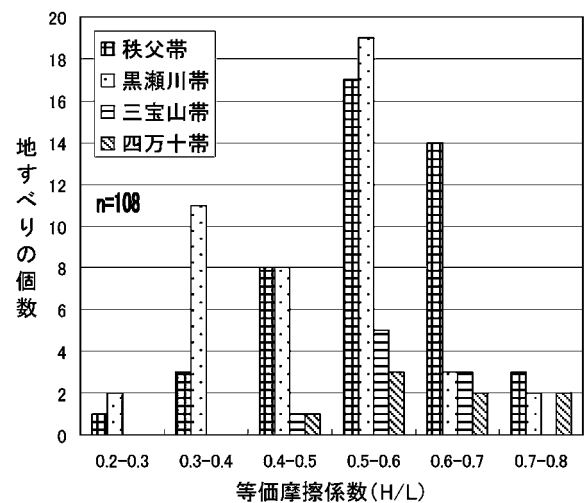
調査地域内では,稜線付近にしばしば線状凹地が確認された。線状凹地は,山地の稜線などに見られる線状に続く凹地であり,山体の重力変形の結果生じる微地形と考えられている(千木良, 1995)。四国に分布する線状凹地については,布施・横山(2004)による報告がある。これらの分布・特徴を明らかにすることは,大規模崩壊の発生場の予測のために重要といえるが,詳細については別稿に譲る。

4.2 地質帯ごとにみた地すべり分布

第 2 図に示した地すべり地形分布図から,地すべり地形の個数を各地質帯ごとに求めると,秩父帯では 46 個,黒瀬川では 45 個,三宝山帯では 9 個,四万十帯では 8 個となった(表 1)。また,1 km²当たりの地すべり地形の個数を求めると,次のような結果になった。全域の平均値は 0.25 個/km²であり,秩父帯では 0.29 個/km²と平均値よりやや多い。黒瀬川帯では 0.34 個/km²であり,調査地域内では一番多い値を示す。しかし,三宝山帯と四万十帯ではそれぞれ 0.17 個/km², 0.09 個/km²であり,平均値より少ない値を示している。特に四万十帯では平均値の約 1/3 しかなく,地すべり地形の分布は少ない。

表 1 地すべりの分布密度

調査地域	地質帯の面積 (km ²)	地すべり地形の個数	個数/面積 (個/km ²)
調査地域	429.6	108	0.251
秩父帯	158.5	46	0.290
黒瀬川帯	130.8	45	0.344
三宝山帯	52.1	9	0.173
四万十帯	88.2	8	0.091

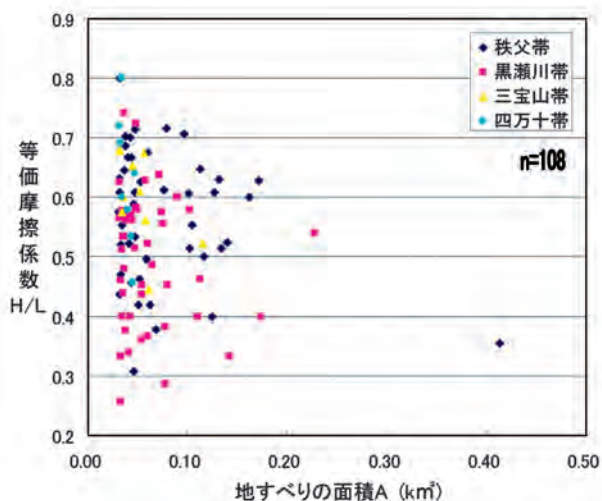


第 3 図 地すべり地形の等価摩擦係数

4.3 地すべり地形の形態

第3図に地すべり地形の等価摩擦係数を示す。このグラフでは、黒瀬川帯だけが他の地質帯よりも等価摩擦係数 0.3–0.4 の地すべり地形が多くなっている。これらの地すべり地形の多くは、主要河川の支流に形成されている滝などの傾斜変換点より上流や、レンズ状を呈する蛇紋岩の分布地域に点在している。これらの地域は、周辺地域よりも緩傾斜な斜面が多い上に、地すべり変動によって、更に緩傾斜となっている。

第4図に地すべりの移動体の面積(A)と等価摩擦係数(H/L)の関係を示す。このグラフでは、面積が増大すると、等価摩擦係数の上限値が小さくなる傾向が認められる(等価摩擦係数の値は 0.26~0.8)。つまり、大規模な地すべりほど、移動体がより長くまで移動している。その傾向は秩父帯、黒瀬川帯、三宝山帯でもほぼ同様である。しかし、四万十帯では、面積の大きい地すべり地形が確認されず、その傾向は明瞭ではない。



第4図 地すべり地形の面積と等価摩擦係数

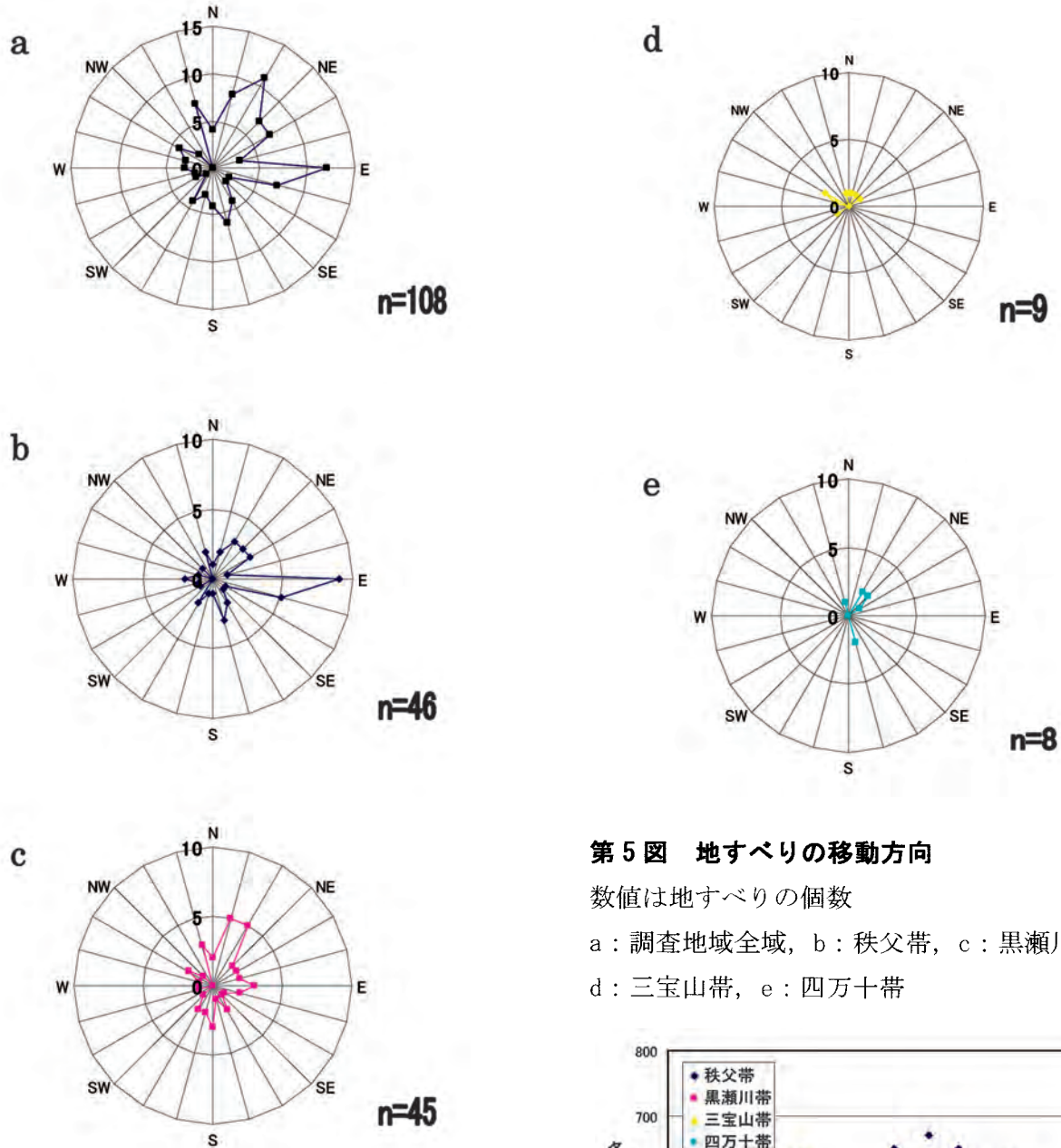
第5図に調査地域における地すべりの移動方向を示す。秩父帯では N45~135°E(S45°E)の 90°の範囲に約 40%の地すべり地形がプロットされ、東向きに斜面で地すべり地形が多い。黒瀬川帯で

は N45°E~N45°W の 90°の範囲に約 37%の地すべり地形がプロットされ、北向きの斜面で地すべり地形が多い。三宝山帯では地すべり地形の個数が少ないが、N45°E~N45°W の 90°の範囲と N45~135°W(S45°W)の 90°の範囲に約 45%ずつの地すべり地形がプロットされ、北向きの斜面と西向きに斜面で地すべり地形が多い。四万十帯では地すべり地形の個数が少ないが、N45°E~N45°W の 90°の範囲に約 63%の地すべり地形がプロットされ、北向きの斜面で地すべり地形が多い。全体としては、地すべり地形は東向きに 31%、北向きに 34%あり、この2つの方向に集中する傾向が認められる。

4.4 標高と起伏量による規制

第6図に調査地域における地すべり地形の標高と地すべり地形を含む方眼の起伏量の関係を示す。標高(E_L)が 380m以下では地すべり地形は分布せず、起伏量(R)が 220m以下でも分布しない。しかし、地すべり地形を含まない方眼でも、標高が 700m以上になると、起伏量 300m以下の地域が極端に少ない。地すべり地形は標高 600~1400m の範囲に約 87%と集中している。

秩父帯の地すべり地形は、標高 550~1540m の間にあり、起伏量に約 300mのばらつきがあるが、標高が約 1100m付近をピークに起伏量の上限値は小さくなる傾向が認められる。黒瀬川帯の地すべり地形では、標高 600~1500m の間にあり、起伏量のばらつきがあるが、標高が高くなると、起伏量が小さくなり、秩父帯の地すべり地形よりも起伏量が小さい場所に多い傾向が認められる。三宝山帯の地すべり地形は、標高 390~910m の間にあり、標高が高くなると、起伏量が大きくなる傾向が認められる。四万十帯の地すべり地形は、標高 420~710m の間にあり、標高が高くなると、起伏量が大きくなる傾向が認められる。



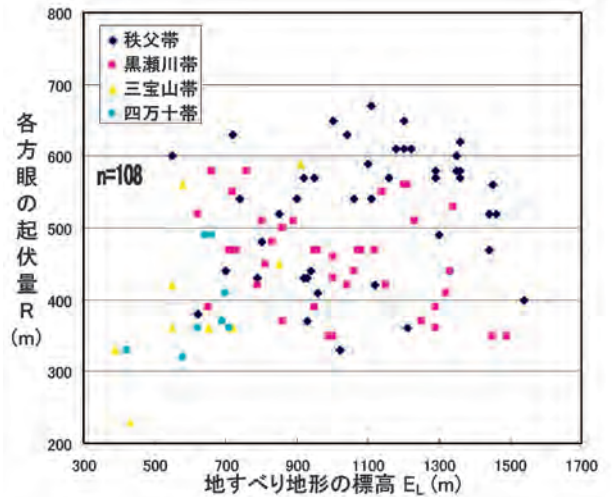
第5図 地すべりの移動方向

数値は地すべりの個数

a: 調査地域全域, b: 秩父帯, c: 黒瀬川帯, d: 三宝山帯, e: 四万十帯

4.5 地すべり地形と河川

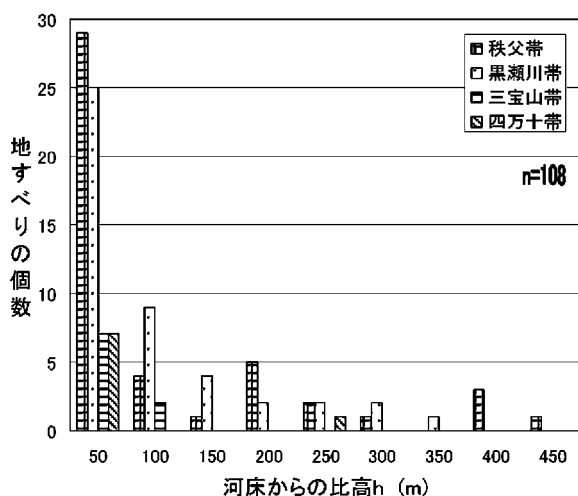
第7図に河床から移動体末端までの比高と地すべり地形の個数の関係を示す。地すべり地形の多くは移動体末端から河床までの比高が50m以下であり、三宝山帯と四万十帯の地すべり地形ではそれぞれ88.8%, 87.5%が50m以下である。しかし秩父帯と黒瀬川帯の地すべり地形は、比高が100m以上でもそれぞれ28.2%, 24.4%存在する。



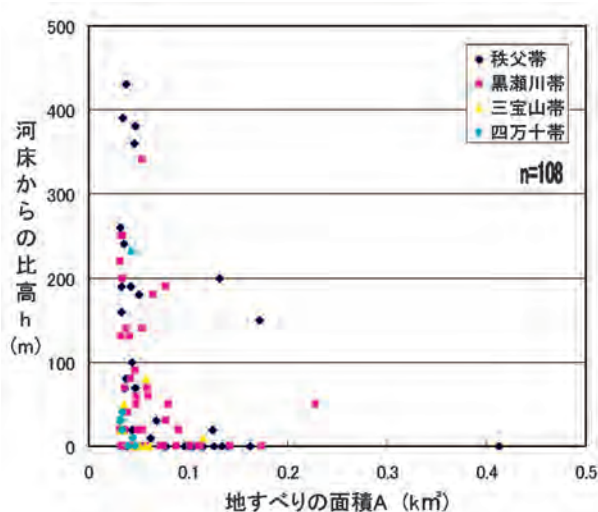
第6図 地すべり地形の標高と地すべりを含む方眼の起伏量

地すべり地形は河床からの比高に注目して区分すると、河床からの比高が 300m 以上、100m～300m 未満、100m 以下の 3 つのグループに分類できる。

第 8 図に河床から移動体末端までの比高と地すべり地形の移動体の面積の関係を示す。地すべり地形の移動体の面積が大きくなると、河床からの比高が小さくなる傾向が認められる。



第 7 図 地すべり地形の移動体末端から河床までの比高(h)



第 8 図 河床までの比高(h)と移動体の面積(A)

5 考察

5.1 地すべり地形の分布

第 2 図に示すように、地すべり地形が多く分布している地域は、秩父帯では天神丸周辺、黒瀬川帯では沢谷地域、高丸山南方地域であり、三宝山帯と四万十帯では那賀川本流域に点在している。秩父帯や黒瀬川帯で多く、三宝山帯や四万十帯で少ない傾向は、藤田(2002)や清水ほか(2006)でも同様の指摘がなされている。

第 6 図に示すように、地すべり地形を含む方眼の起伏量が 400m 以上の地域では、地すべり地形が約 78% と多い。調査地域のうち、天神丸周辺の秩父帯は、剣山から流下する河床勾配の大きな穴吹川に沿って、起伏量の大きな急峻な地形が続いている。穴吹川の支流にある東向きの斜面で多くの地すべり地形が認められることは、大きな起伏量を反映すると考えられる。

黒瀬川帯の沢谷地域では、地すべり地形が多く確認される。沢谷地域は坂州木頭川の横谷区間に位置し、大局的には東西方向に配列する地質帯区分に直交した流路をとっている。また、沢谷川や大美谷川などでは、坂州木頭川との合流点から約 300m 以内に滝を伴う(例:大轟の滝)。沢谷地域は、これらの大きな支流の合流により坂州木頭川の水量が増加する地域にあたり、下方侵食が卓越しやすいことから、斜面の不安定化が促進され、地すべり地形が密集していると考えられる。寺戸(1977)が、河川の侵食による大規模崩壊への影響は、側刻よりも下刻の方が大きいと結論を出していることと調和的である。

三宝山帯と四万十帯は、那賀川以南の地域では、起伏量が小さく、標高も低いために、地すべり地形は少なくなっているが、那賀川本流域の攻撃斜面で地すべり地形が点在している。那賀川本流域では、数段の段丘を伴う生育蛇行が発達し、その

ために攻撃斜面で側刻が強く起き、斜面が不安定になったため、那賀川の攻撃斜面で地すべり・崩壊地形が点在していると考えられる(例：高磯山の崩壊)。

三宝山帯と四万十帯の境界には仏像構造線があり、今回判読した地すべり地形のうち、仏像構造線から 500m以内にある大規模なものは、長安口ダムから上流に約 4 kmの那賀川右岸にある高磯山の崩壊(1982)や、高磯山から西方約 1 kmの「白ザレ」の崩壊である。これらの地すべり・崩壊地形については、寺戸(1975)により仏像構造線と関係が指摘されているが、詳細については今後の検討が必要である。

今回の調査範囲には、2004 年台風 10 号豪雨で発生した斜面崩壊が含まれている。その崩壊を含む斜面の判読結果は、周辺の斜面より緩斜面ではあるが、地すべり地形とは判読しがたいものであった。この種の斜面崩壊は、1 次谷の谷頭部などで多いことが指摘されている(塚本, 1999)が、多数の 1 次谷から危険斜面を抽出するのは概して困難であり、今後の研究が必要である。

5.2 地すべり地形の形態

第 4 図に示すように、地すべり地形は、大規模なものになるほど、等価摩擦係数が小さくなるという傾向が明らかになった。これは森脇(1987)や藤田(2002)、日本地すべり学会(2004)でも同様の結果が報告されている。特に黒瀬川帯では、規模の大きい地すべり地形が他の地質帯よりも多いため、等価摩擦係数が 0.3-0.4 の範囲で地すべりの数が多くなっている(第 3 図)。一方、地すべり地形は、滑落崖から移動体末端までの鉛直距離が長くなっても、規模が大きくなるという傾向は明瞭ではない。この理由としては、大規模な地すべり地形は、移動体が河床まで達するものが多い一方で、規模の小さい地すべり地形の移動体は、山

腹斜面に残存していることが多いためと考えられる。また、相対的に緩傾斜な斜面で発生した地すべりは鉛直距離が小さくなりやすく、等価摩擦係数が小さくなる傾向がある。

第 5 図に示すように、調査地域における地すべりは、地質境界や主要な稜線の伸びの方向とほぼ同じ方向に滑動していることが明らかになった。例えば、秩父帯では、主要な稜線から南北方向～北北西～南南東方向に伸びる支尾根の直下に地すべり地形が多く確認されたためと考えられる。日本地すべり学会(2004)では、大規模な地すべり地形の多くは、地すべりの移動方向が層理面・片理面の傾斜方向と同じである流れ盤型の地すべり地形であることを示している。しかし、今回は、地すべりの周囲を含めた地質構造の詳細な調査は行っておらず、今後の検討が必要である。

今回の研究では、地すべりの発生年代の違いを反映する移動体の開析度を考慮していない。地すべりの発生年代を求めることは、斜面変動の周期性や将来予測を検討する上で重要である。柳田・長谷川(1993)は、発生年代が推定されている地すべり移動体の開析程度を求めており、移動体は数 10 万年程度で侵食され、原形が失われると考えられている。調査地域周辺では、植木(2005)が、那賀町中内にある地すべり移動体を被覆する土層中から広域テフラを同定するテフクロノロジーによって、地すべり発生年代を AT 降下(約 2.8 万年前)後～K-Ah 降下(約 0.73 万年前)前と推定している。四国は火山フロントから遠く、指標テフラの分布が少ないため、これまでの検討例がごくわずかであるが、今後多くの地すべり地形の発生年代区分を行うことが必要である。

5.3 標高・起伏量による地すべり地形の抑制

第 6 図に示すように、地すべり地形を含む方眼の最大の起伏量は 670m となった。地すべり地形

は標高 600~1400m の範囲に約 87%あり、標高が高くなると、地すべり地形の分布密度が高くなるという傾向は明瞭でない。吉澤・石井(1990)でも同様の結果が報告されている。この原因としては、調査地域では、標高が 1500m以上の地域は山の稜線にあたることが多く、面積が少ないことが考えられる、また、標高が 500m以下の地域と起伏量が 350m以下の地域では、地すべり地形がほとんど分布せず、標高が低い場合や起伏量が小さい場合には、地すべり地形の分布を抑制していると思われる。

5.4 河川による地すべり地形の分類

第 7 図に示すように、調査地域における地すべり地形は、河床から移動体末端までの比高が 50 m以下に 63%と多く分布することが明らかになった。一方、河床から移動体末端までの比高が 100m以上の地すべり地形は 23.1%あり、河川による下刻や側刻の影響が考えにくい地域にも地すべり地形は存在している。

河床からの比高が 300m以上のグループは、山稜直下に位置し、面積が 0.1 km²以下の小さい地すべり地形である。河床からの比高が 100m~300 m未満のグループは、斜面中部~上部に位置する地すべり地形である。河床からの比高が 100m以下のグループは、斜面下部に位置し、河川の侵食作用を現在も受けている地すべり地形である。河床から移動体末端までの比高が 100m以上の地すべり地形は、谷の源流部の山稜直下に確認されているが、河床からの比高が大きい地すべり地形ほど、面積は小さくなっており、河床からの比高が小さくなると、面積が大きくなるというおおまかな傾向がある(第 8 図)。この傾向は、地すべり地形の規模が大きくなると、移動距離が大きくなるという傾向に関係していると思われる。すなわち、斜面を下方に長く移動することで、河床と移動体

末端までの比高が小さくなるか、あるいは地すべりが河川を閉塞した履歴があることを示すと考えられる。河床からの比高が 300m以上の地域にある地すべり地形は、移動体の末端が下刻されることで斜面の安全率が低下するという一般的なプロセスでは説明しがたいタイプであり、今後の検討が必要である。

6 まとめ

那賀川上流域に分布する地すべり地形について、空中写真判読と図上解析により、地すべり地形と地形的特徴・地質分布との関係について検討を行った。本研究の結論は以下のとおりである。

1. 地すべり地形は、秩父帯では 0.29 個/km²、黒瀬川帯では 0.34 個/km²、三宝山帯では 0.17 個/km²、四万十帯では 0.09 個/km²であり、黒瀬川帯で一番多く、四万十帯で一番少なくなっている。
2. 地すべり地形は、大規模になるほど等価摩擦係数が低くなる傾向が認められるが、相関係数は低い。この原因は、規模の小さい地すべり地形が、急斜面だけでなく、緩斜面にも分布しているためと考えられる。規模の大きい地すべり地形は、三宝山帯や四万十帯にはほとんど分布していないが、秩父帯と黒瀬川帯では複数分布している。規模の小さい地すべり地形は、調査地域の全域に点在しており、特定の領域への集中は認められない。
3. 地すべり土塊の移動方向は、黒瀬川帯では北北東方向から北東方向に多いが、秩父帯では東北東方向から東方向に多くなっている。この原因は、秩父帯では、主要な稜線から北方向から北北東方向に伸びる支尾根の東向き斜面で地すべり地形が多く、黒瀬川帯では岩倉地域、八重地峠付近の北向き斜面で地すべり地形が多

いことがあげられる。

4. 標高 500~1300m, 起伏量 400~600mの山地では, 両者が増加するほど地すべり地形の数が増加する傾向が認められる。一方, 標高が 500m以下や起伏量が 350m以下の地域では, 地すべり地形はほとんど分布していないことから, 標高が低い場合や起伏量が小さい場合には, 地すべり地形の分布を抑制していることが考えられる。
5. 地すべり地形は, 河床からの移動体末端までの比高が 50m以下の地域に 63%, 100m以上の地域に 23.1%分布している。地すべり地形は河床からの比高より, 3つのグループに分類できる。河床からの比高が 100m以下のグループは, 斜面下部に位置し, 河川の下刻や側刻の影響を受けている地すべり地形である。河床からの比高が 100m以上の地すべり地形は, 谷の源流部の山稜直下に多い。河床からの比高が 300m以上の地域にある地すべり地形は, 移動体の末端が下刻されることで斜面の安全率が低下するという一般的なプロセスでは説明しがたいタイプであり, 今後の検討が必要である。
6. 黒瀬川帯の沢谷地域では, 坂州木頭川の横谷区間に位置するとともに, 沢谷川などの大きな支流が滝を伴って合流する場所にあることから, 河川の水量が増加するために下方侵食が強く起きやすいと考えられる。この地域に地すべり地形が密集しているのはこのためと考えられる。
7. 三宝山帯と四万十帯からなる山地には, 那賀川本流が蛇行しながら流下しており, 複数段の段丘を伴う生育蛇行が認められる。このために蛇行部の攻撃斜面で側刻が強く起き, 斜面が不安定になったため, 地すべり地形が点在していると考えられる。

引用文献

- 藤田 崇, 2002, 地すべりと地質学, 古今書院, 238p.
- 布施昌弘・横山俊治, 2004, 四国島の線状凹地の分布とその特徴, 第 43 回地すべり学会研究発表会講演集, 25-28
- 井上公夫・森 俊男・伊藤達平・我部山桂久, 2005, 1892 年に四国東部で発生した高磯山と保勢の天然ダムの決壊と災害, 砂防学会誌, **58-4**, 3-12.
- 森脇 寛, 1987, 崩土の到達距離予測, 地すべり, **24-2**, 10-16.
- 日本地すべり学会, 2004, 地すべり 地形地質的認識と用語, 社団法人日本地すべり学会, 318p.
- 西山賢一・石田啓祐・村田明広・岡田憲治, 2005, 2004 年台風 10 号に伴う豪雨により徳島県那賀川流域で発生した斜面崩壊の地質・地形的特徴, 徳島大学総合科学部 自然科学研究, **19**, 49-61.
- 櫻井正明・前川峰志・内藤洋司・佐保昇児, 2006, 2004 年集中豪雨により四国山地に発生した崩壊地の特性, 地すべり, **42-6**, 19-30.
- 四国山地砂防事務所, 2004, 四国山地の土砂災害, 68p.
- 四国山地砂防事務所, 2006, 平成 18 年度事業概要 四国山地直轄砂防事業, 直轄地すべり対策事業, 33p.
- 四国地方土木地質図編纂委員会, 1998, 四国地方土木地質図 1:200,000.
- 清水文健・井口 隆・大八木規夫, 2006, 地すべり地形分布図 第 30 集 「徳島・剣山」, 防災科学技術研究所研究報告, **297**.
- 寺戸恒夫, 1970, 徳島県高磯山崩壊と貯水池防災, 地理科学, **14**, 22-28.
- 寺戸恒夫, 1975, 四国東部における大規模崩壊山地崩壊の地形学的研究 その 1, 阿南工業高等専門学校研究紀要, **11**, 91-100.
- 寺戸恒夫, 1977, 大規模崩壊による山地地形の変

- 化, 地理科学, **28**, 17-27.
- 寺戸恒夫, 1986, 四国島における大規模崩壊地形の分布と地域特性, 地質学論集, **28**, 221-232.
- 塚本良則, 1999, 森林・水・土の保全 湿潤変動帯の水文地形学, 朝倉書店, 138p.
- 植木岳雪, 2005, テフクロロジーによる徳島県東部, 中内地すべりの発生時期の推定, 地すべり, **42-3**, 223-227.
- 横山俊治・村井政徳・中屋志郎・西山賢一・大岡和俊・中野 浩, 2006, 2004年台風10号豪雨で発生した徳島県那賀町阿津江の破碎帯地すべりと山津波, 地質学雑誌, **112**, 137-151.
- 柳田 誠・長谷川修一, 1993, 地すべり地形の開析度と形成年代との関係, 土木工学会四国支部地すべりの機構と対策に関するシンポジウム論文集, 9-16.
- 吉澤孝和・石井 哲, 1990, 地形図から得られる地形情報を用いた地すべり危険地域の判別に関する基礎的研究, 地すべり, **27-3**, 1-10.