

7. 十津川崩壊地の総合的評価

平野昌繁

7.1 はじめに

西南日本外帯の顕著な土砂災害として、明治 22 年 8 月に起きた十津川崩壊災害は重要かつ典型的な事例であるといえる。これに注目して筆者らが研究を始めたのは 20 年以前であるが、その当時においてもこの事例は、発生当時の地域社会に与えたインパクトを含めて既に注目されていて、いくつかの研究があった（宮本，1958；千葉，1975a・b；籠瀬，1976；瀬尾，1977；藤田，1983 など）。しかし当時、紀伊半島の地質については、付加体という概念が必ずしも十分確立しておらず、地質構造や岩相に関する現在の知見は当時に較べ格段の進歩を遂げた（藤田，2003）。

とくにこの事例の意義のひとつとして、日本の気象観測史上の位置づけを上げることができる。当時は気象観測網はまだ完備しておらず、外国人の指導のもとに天気図が作成されていた。災害当時の気圧配置は遅延電報を含めて作成され、気圧は水銀柱 mm で記録されていたが、その分析により、高知付近から四国を横切り鳥取付近に抜けた台風による豪雨であったことが明らかにされた（平野ほか，1984）。

この災害はさらに、吉野郡水災誌（宇智吉野郡役所，1891）に詳細が記録されている。これは、明治に入って行なわれた地租改正に伴う地籍図（地引図）と土地登記簿の作成のタイミングに関連していて、この地域においてこれらがほぼ完成した時期に災害が発生した（森・森，1984）。そのために、その作業に従事していた人物が災害時に崩壊発生箇所を小字で記録することができたといえる。被害の状況を詳細に記録したのは、災害復旧に関連して地租免除などの特別措置を願い出るための資料作成という側面もあったが、それは同時に歴史的な大災害研究のための貴重な資料を残すことになった。

吉野郡水災誌に記録された崩壊地の小字地名に基づいて、とくに集落近傍では崩壊地の位置を地籍図上で同定することができる。しかし、旧地籍図のもつ歪みと等高線の記入がないことにより、山間部では現地形との同定がむづかしい。そのような場合に対しては、森林簿に記載の小字と森林図にもとづいて位置を決めることができる。この場合にも同一小字を持つ部分は広範囲にわたるが、該当地域に明治 44 年測量の地形図上に崩土記号が記入されていたり、植生や樹齢が対応部分で異なっていたりするために、判別が可能であることが多い。したがって逆に、少なくとも吉野郡水災誌に記述のある範囲では、明治 44 年測量の旧 1/5 万地形図の資料的意義が証明されることになる。さらに大規模な崩壊地形は、はるか後に撮影された空中写真（1940 年代後半の米軍 1/40,000，1953 年の林野庁 1/20,000）でも確認できる。

十津川災害をもたらした台風による豪雨により、和歌山県の田辺市を中心とする地域でも同様の大きな災害が発生した。十津川流域における詳細な資料とその検討により、同じ降雨による和歌山県側の災害記録をまとめた「紀州田辺 明治大災害」（1989）に記録された資料とくに大規模な崩壊地についても、旧 1/50,000 地形図に基づくその評価が可能となる。

一方で外帯におけるこのような土砂災害については、十津川災害や明治 25 年の四国那賀川流域の高磯山や海部町の平井保瀬の例（藤田，1990）のように誘因が豪雨である事例が

ある一方で、誘因が必ずしも明確でないものもある。例えば加奈木（カナギ）崩れ、大谷崩れ、七面山の崩壊は、誘因が不明で大規模なものの例である。これらの存在する南海トラフとその北東延長部に面した地域は、周期的に発生する海洋型（プレート境界型）の大地震の影響を受けるので、それとの何らかの関連が考えられる。

特に十津川地域の場合、90 年ないし 150 年の周期で発生する南海トラフの地震の影響を受ける位置にある。したがって、直接的誘因は降雨であり素因は付加体の流れ盤構造という地質条件であるが、地山岩盤の強度低下あるいは将来の滑り面となるクラックの生成など、地震が何らかの形で関与している可能性がある。したがって南海トラフの地震が今後 30 年で発生確率 50%といわれている現在、十津川災害を典型とする外帯の土砂災害の特性をとくに地震との関連に注目しつつ総合的に再検討し、あるいはその後に発生した事例についても検討を加え、さらには素因となる地質構造を含め現在において確認される斜面特性を指摘することは、将来の地震発生時における紀伊半島山地内における土砂災害に関する情報を提供するという点で、意義が大きい。

7.2 十津川災害崩壊地の概要

明治 22 年の十津川災害の際に発生した崩壊地の主要なもの、あるいは集落や当時の主要交通路の近くで発生したものは、吉野郡水災誌に小字地名で規模と共に記録されていて、小字地名にもとづき地籍図と森林図との照合によりの位置を決めることができる（平野ほか、1987・1991）。このような方法論にもとづいて決定された崩壊地を含む小字の分布を、旧西十津川村大字重里の例について平野ほか（1987）にもとづいて図 1 の A に、対応する旧 1/50,000 地形図の該当部分を図 1 の B に、それぞれ示す。この例におけるように、明治 44 年測量の旧地形図に示された崩土記号は十津川災害時の崩壊地に概ね対応し、位置の特定が可能である。

しかし小規模な崩壊地は旧 1/50,000 地形図では記録されていないし、そのようなものは時間の経過とともに消失するので空中写真でも判別が難しい。この点を補うため一つの方法は、崩壊地の規模頻度分布特性の分析（平野・大森、1989）である。吉野郡水災誌に記述された規模にもとづいて規模頻度関係を十津川流域の旧村のいくつかにおいて求めると図 2 の A と B となる。同じ紀伊半島の外帯の有田川災害の場合（図 2-C）と花崗岩からなる六甲山地および土石流の場合を図 2-D に比較して示してあるが、外帯の災害については大規模なものが多く、かつ規模の増大による数の減少率は花崗岩山地の表層崩壊にくらべてきわめて小さい。したがって、大規模なものの検討によってその特性や発生数の概要を把握することができる。

ここでは概要にもとづいて議論するために、吉野郡水災誌において記述がある十津川流域に位置する現十津川村（旧西十津川村、十津川花園村、東十津川村、北十津川村、南十津川村）・大塔村・天川村・野迫川村に加えて和歌山県日高郡の一部および西牟婁郡と東牟婁郡の北部を含む範囲について、旧 1/50,000 地形図（高野山・山上ヶ岳・伯母子岳・釈迦ヶ岳・龍神・十津川・栗栖川・新宮・川原河・田辺）から読み取った崩土記号の分布を図 3 と図 4 に示す。ただし、対象域の北部には銅（三波川帯）やマンガン・アンチモン

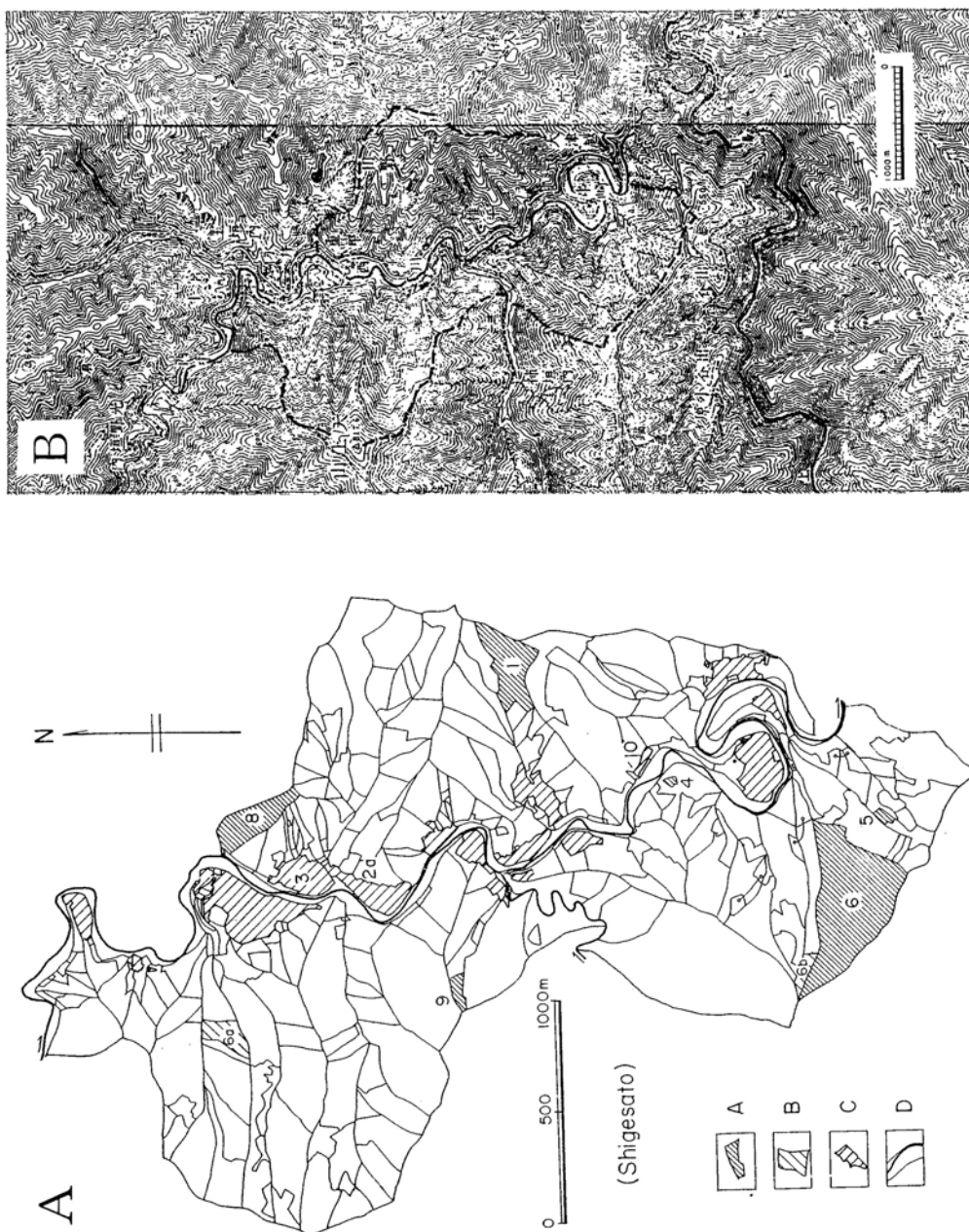


図1 十津川災害崩壊地関連小字名(A)と明治44年測量旧1/50,000地形図における崩壊地(B)の比較(旧西十津川村大字重里の場合)。

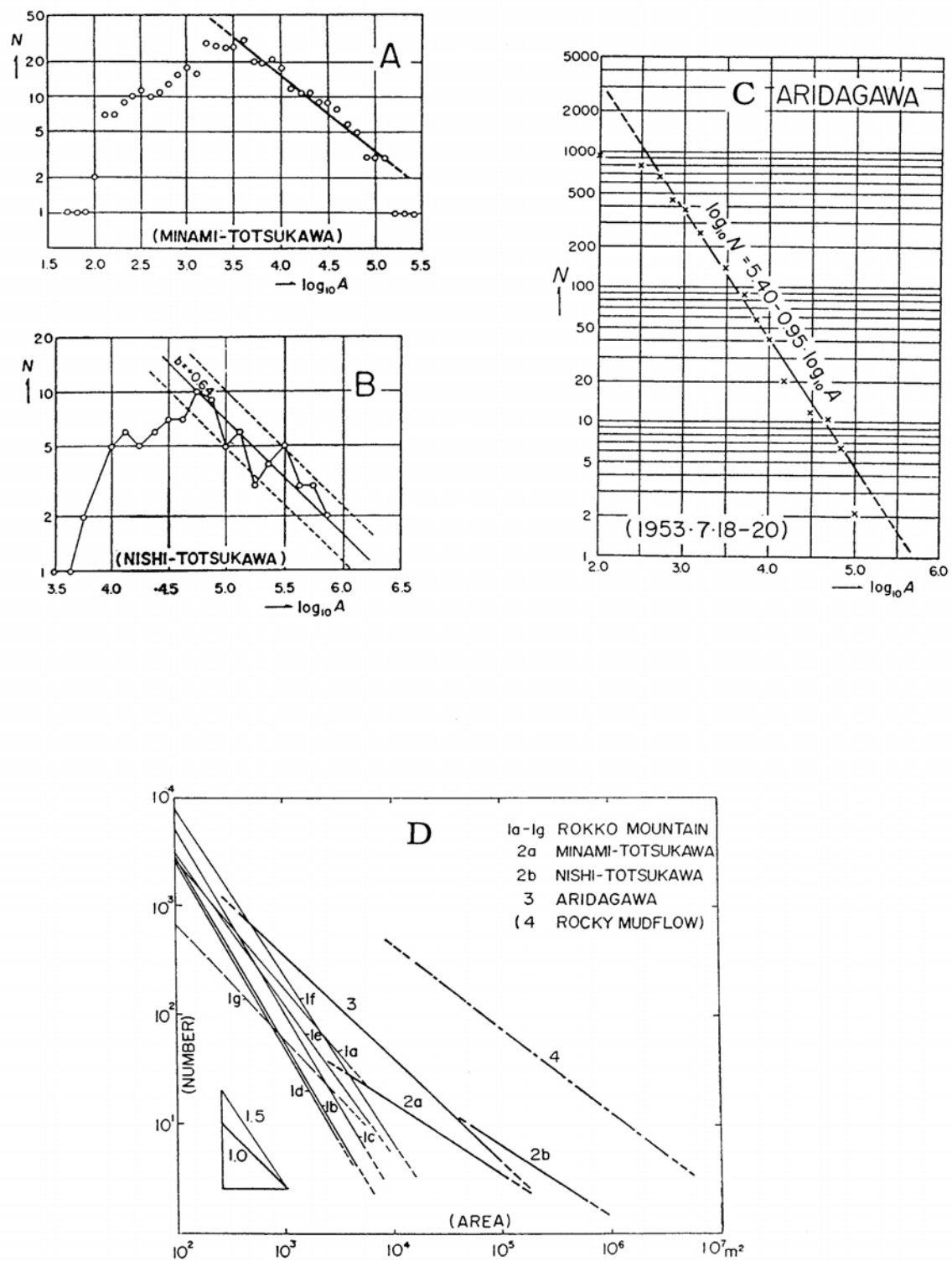


図2 十津川災害崩壊地における規模頻度分布．ただしAは旧南十津川村，Bは旧西十津川村，Cは有田川災害，Dは上記3つと六甲山地の表層崩壊および土石流の比較．

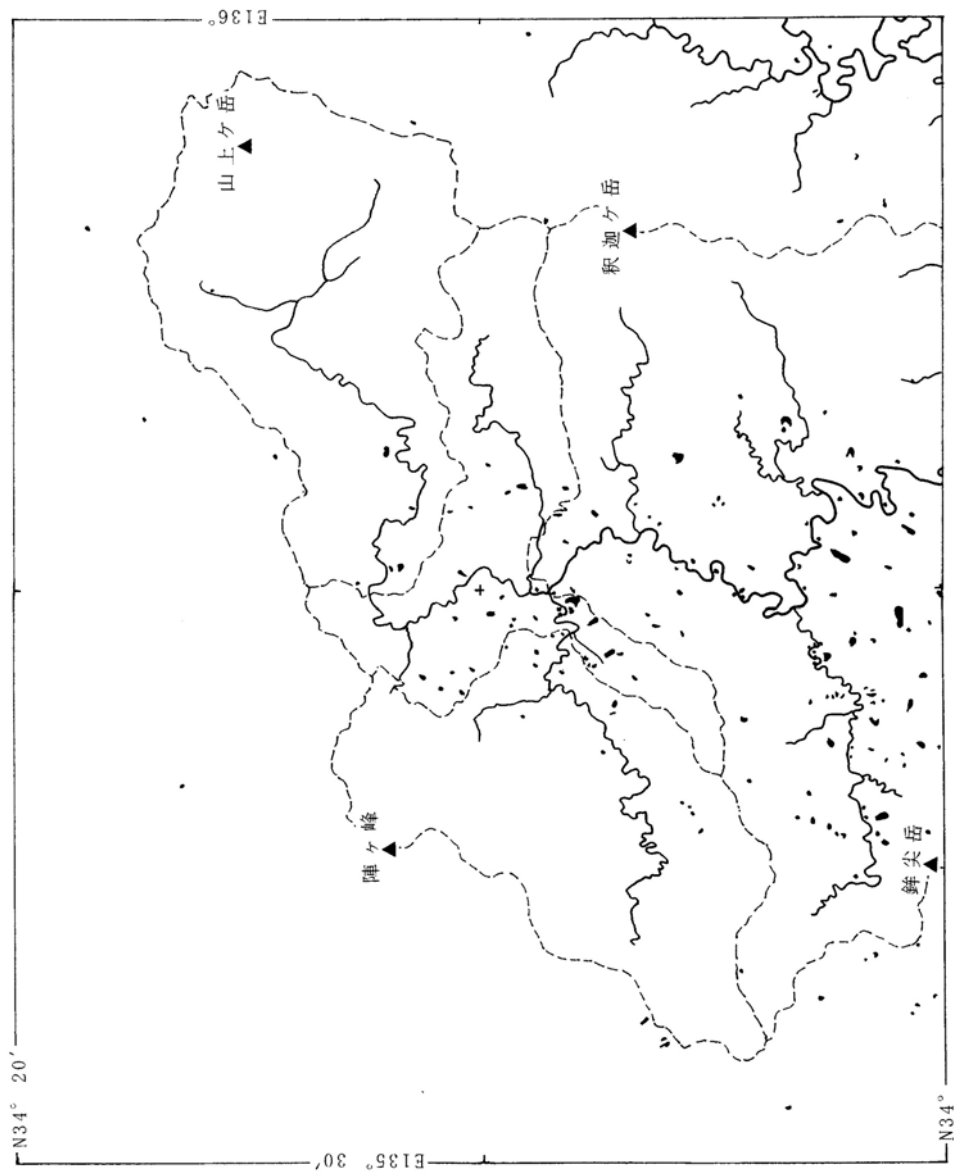


図3 対象域における明治44年測量旧1/50,000地形図に記された崩土記号の分布(その1)。
対象域北部の「高野山」「山上ヶ岳」「伯母子岳」「釈迦ヶ岳」について示す。

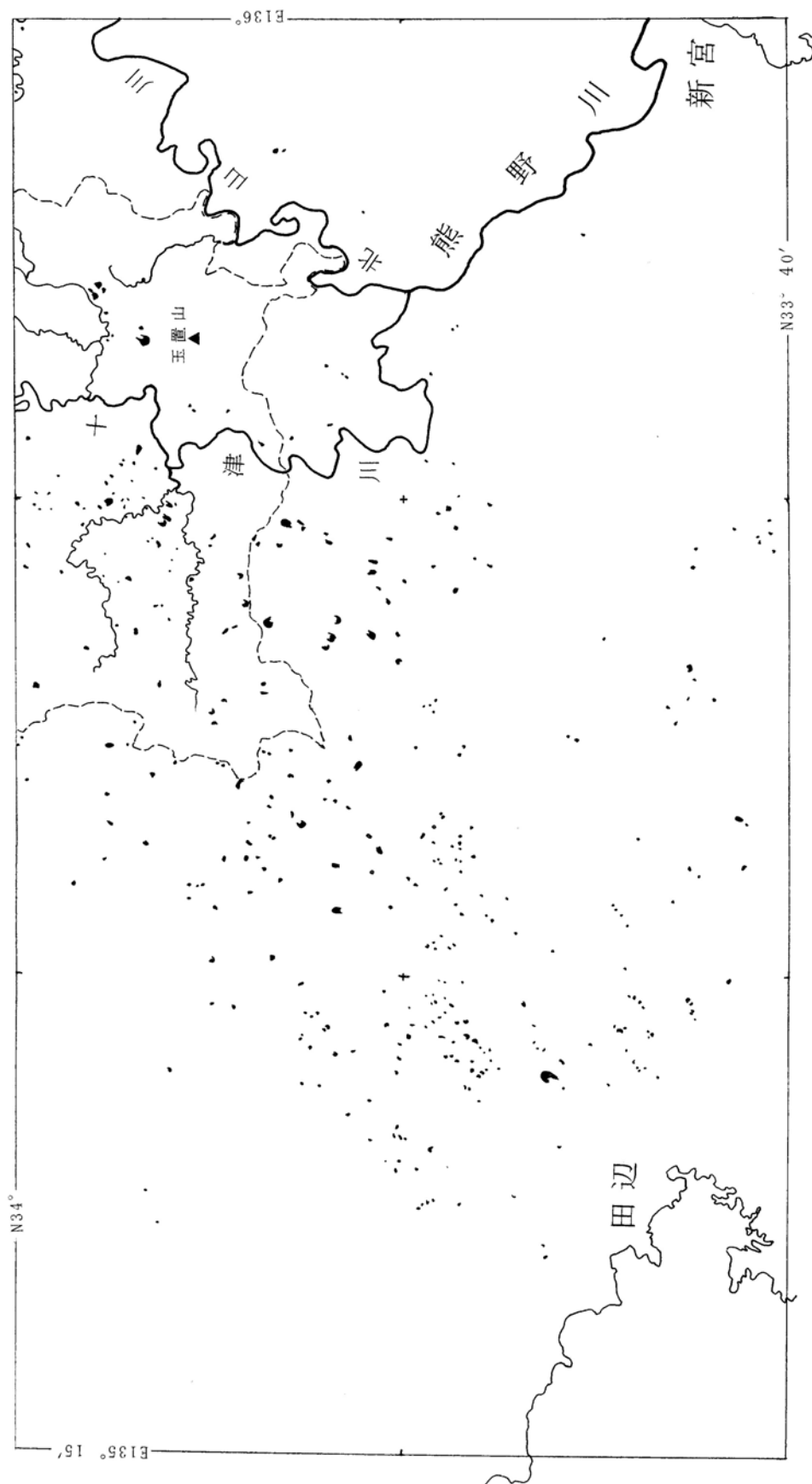


図4 対象域における明治44年測量旧1/50,000地形図に記された崩土記号の分布(その2)。
対象域南部の「川原河(旧図幅名は「船津」)」「田辺」「龍神」「栗栖川」「十
津川」「新宮」について示す。

(主に秩父帯)の鉾山もあり、それに伴う崩土記号は除外したが、鉾山記号のない廃鉾などが一部ふくまれている可能性が全くないとはいえないものの、わずかであろう。

十津川災害の場合、崩土が足下の河道を横塞して天然ダムを形成したことが、その特性の一つであるが、その特性については近年においても検討されている。その場合には、大規模なものについては天然ダムの決壊後の状況が崩土記号で示されている場合があるが、あきらかにそれとわかる場合には除外した。河川の下刻や側刻に伴って生じた急崖を示すものも除外した。崩壊部分が道路をはさんで上下に分かれて地形図に描かれているものは、明らかに別の2つのものと判別できる場合の他は、一括してひとつとした。また上部で2つの崩壊地が下部でつながっている場合には2つにした。岩壁記号で示されている場合にも、吉野郡水害災害誌の記述により十津川災害の際の崩壊地であることが明らかな例(高津中山)は採用した。図3と図4について見ると、崩壊密集部分は太平洋(紀伊水道)に面した和歌山県田辺市付近から北東方向に大峰山脈(北山川水系と十津川水系の分水界)までのびている。

さらに図3と図4に示された崩壊地については、崩土の崩落方向を地形図から読み取り、崩落方向に関するローズダイアグラムを作成すると図5となる。先行谷である十津川をはじめとするいくつかの河川の流下する対象域における斜面方位はさまざまであり、したがって崩落方向はさまざまとなるはずであるが、この図においては明らかな卓越方向があり、北西ないし北北西または南東ないし南南東方向が多い。これは本地域における付加体の一般走向にほぼ直交し、特に北西ないし北北西というのは傾斜方向にほぼ対応するので、地質構造(流れ盤)との対応性を示唆する。

7.3 地盤変位の特性との関連

南海トラフで周期的に発生する海溝型地震にともなう地震動が紀伊半島の山地斜面にどのような影響を与えるかを厳密に評価するには、地表の振動に関連する多くの因子の精密な分析が必要である。十津川災害に先行して本地域に影響を与えた地震は、1854年12月24日の「安政南海地震」(震央は33.0N, 135.0Eで、規模はM8.4)である。その前日の「安政東海地震」(震央は34.0N, 137.8Eで、規模はM8.4)の影響もあるであろうが、「安政南海地震」を主たるものとして一括して大過ないであろう。この地震は十津川災害に先行すること35年、これが紀伊半島外帯の斜面の安定性にどのような影響をあたえたかは、古い事例であり明確な判定の根拠がないが、近代に入って発生した地震との比較はそれを評価するひとつの方法である。

このような観点にもとづく簡便な検討方法は、近代に入って発生した事例である「南海地震」(1946年12月21日発生、震央は33.0N, 135.6E、規模はM8.0)について求められている地盤の変位に基づくものである。この地震に先行して1944年12月7日に「東南海地震」(震央は33.8N, 136.6E、規模はM7.9)がおこっているが、両者を一括して考えよう。「南海地震」により室戸岬で1.27m、潮岬で0.7mの隆起が観測され、南海トラフに沿う海洋プレートの潜り込みに対する弾性反発隆起が起ったことが確認されている。

斜面の安定性に大きな影響を与えるのが水平動であるとすれば、水平変位もまた問題と

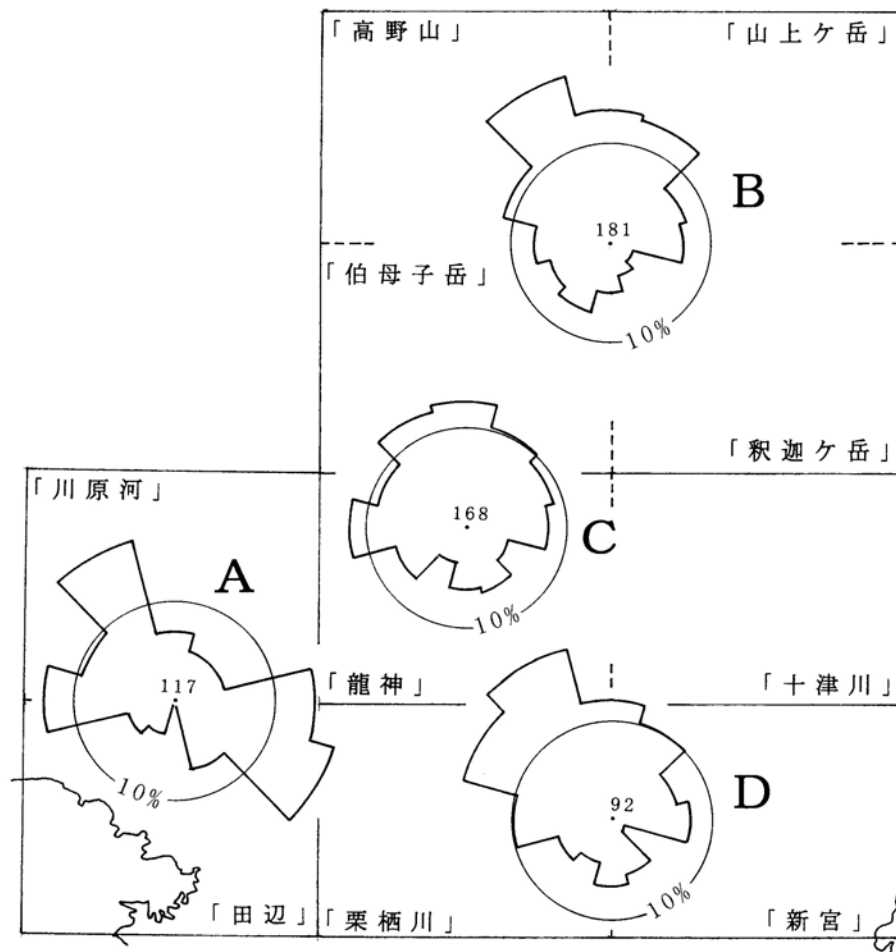


図5 明治44年測量の旧1/50,000地形図における崩土記号について求めた崩落方向の頻度分布

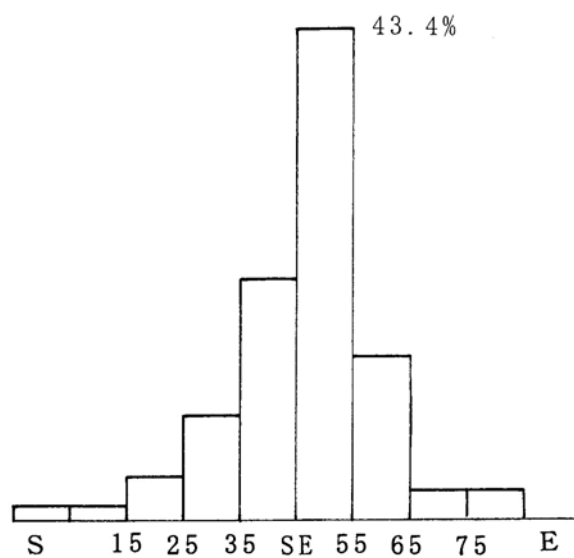


図6 南海地震による紀伊半島中央部における1等および2等三角点の水平変位方向の頻度分布。ただし、旧東部座標（平面直角座標）の方位に対応させて示す。

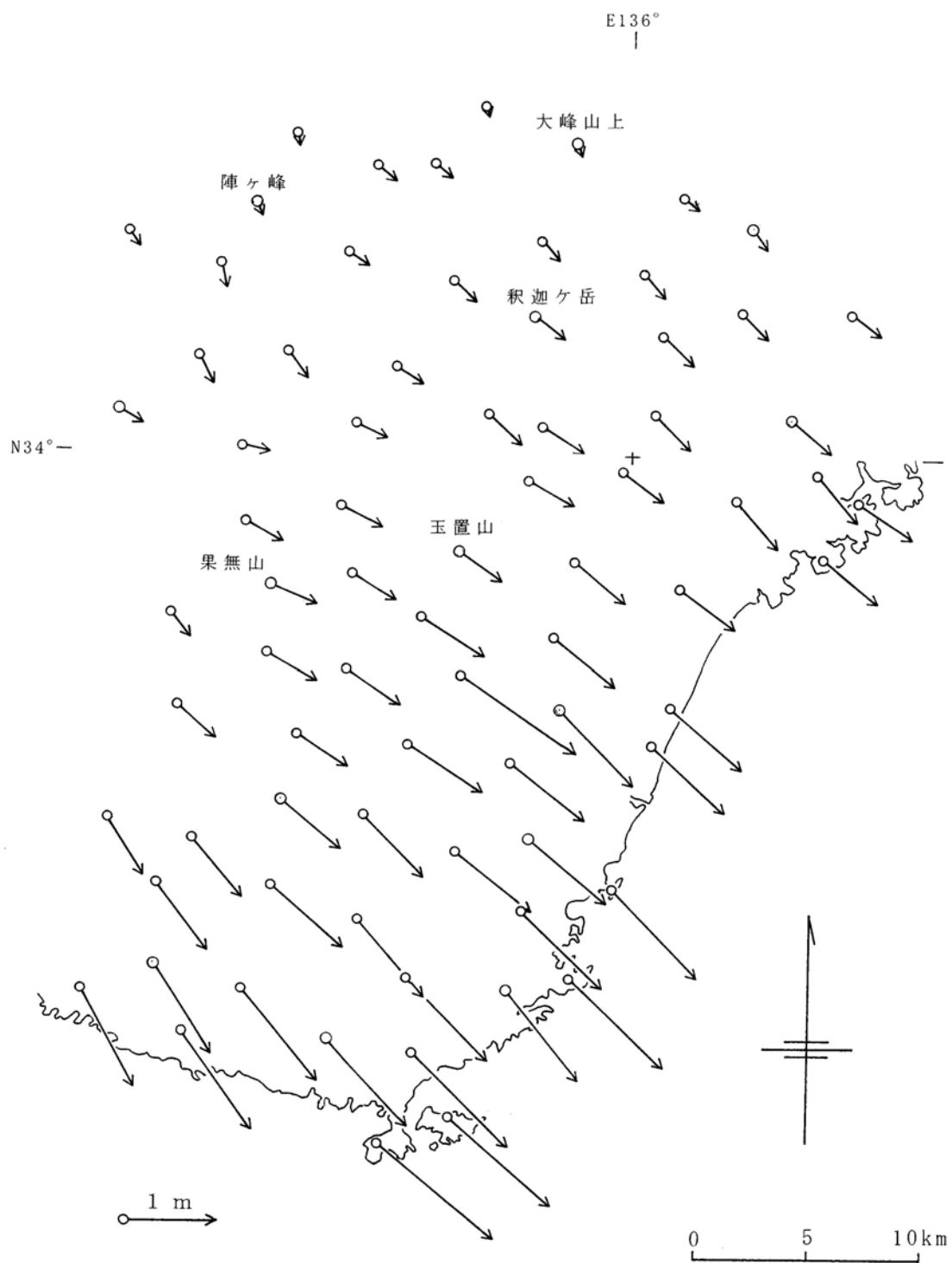


図7 南海地震による紀伊半島中央部における1等および2等三角点の水平変位方向と変位量.

なる。震災復旧測量によって求められた「南海地震」による該当地域の 1 等および 2 等三角点の変位方向の頻度分布を図 6 に、変位方向と変位量を図 7 に示す。ただし変位量と変位方向は、旧東部座標（平面直角座標）の値にもとづいて計算した結果に対して、座標北に対する真北方位角の補正を施して示すが、変位量は半島先端の潮岬にむかって次第に増加するという一般傾向を示す。頻度分布からわかるように、変位方向は南海トラフに直交する南東方向のものが圧倒的に多い。ただし図 6 における方位は、旧東部座標の座標北に対して示したので、図 7 と厳密に比較するためには対象域のほぼ中央にある 1 等三角点「玉置山」における真北方位角 2 度 11 分 4.39 秒程度を補正する必要があるが、崩壊の方位測定における誤差等を考慮すると、崩壊斜面の方位との関係を検討する場合には、この差はほぼ無視できるであろう。

地震時の地盤の振動方向や振幅あるいは最大加速度は地盤特性など種々の因子によってきまるので、地表におけるパーティクル・モーションも一般に複雑になると推定される。しかし、動的振動に対する $t \rightarrow \infty$ のときの結果が残留変位として示されるものとすれば、スラスト型の発振機構に対応してほぼ鉛直面内で上下および南東－北西方向の振動が卓越し、基盤岩からなる山地部分では地震動も半島先端部に近づくほど大きかったと推定される。地震時における尾根の方位による共振現象もおこるであろうことを考慮すると、過去において発生した「安政南海地震」においても、この地域では図 6 あるいは図 7 に示された変位の卓越方位にほぼ直交する北東－南西方向にのびる尾根においてはとくに強い振動を受け、地盤は何らかの損傷を受けた可能性がある。

付加体としての地質構造については、全体としてほぼ東西性であるが、部分的に走向がより北東－南西に振れる場所もあり、無数のスラスト面で分けられた流れ盤構造を持つ岩盤がこのような地震動を受け、場所によっては潜在的滑り面を有する状況になっていたことは十分推測される。有田川災害の場合も、崩落した斜面の方位は北西と南東方向のものが多く、誘因は前線豪雨であるが、「南海地震」のあといくばくもない昭和 28 年に発生している。

7.4 尾根などの変形地

以上のような地震による何らかの影響が生じた可能性を示唆する地形が対象域において存在するかどうかを次の問題としたい。対象域の 1/25,000 地形図を検討すると、特に北東－南西あるいは東北東－西南西方向の尾根において、稜線近くに凹地がある場合があり、一種の二重山稜を形成している箇所がある。二重山稜の成因としては、石灰岩の分布地域におけるカルスト地形の場合など広義の組織地形である場合もあるが、もうひとつは山稜そのものが滑落するような大規模地すべりによって作られる場合がある。以下、そのような事例の概要を北から南の順に述べる。

図 8－A に示したのは、十津川上流部である天ノ川の中流部の「籠山」集落北方の「西之谷」の右岸（西岸）の尾根付近にある凹地で、明治 22 年の崩壊部分の最上部に位置している。図 8－B に示すのは、やはり天ノ川の上流の「坪内」集落付近にみられる尾根部分の凹地で、山腹は他の部分より緩傾斜で谷の発達が悪く、北方へ押し出した地すべり性斜

面である可能性が高い。図8-Cは十津川の左岸側の支流である舟ノ川と旭川にはさまれたほぼ東西に伸びる山稜上に見られる凹地ないし二重山稜で、1108mの独標の少し東およ

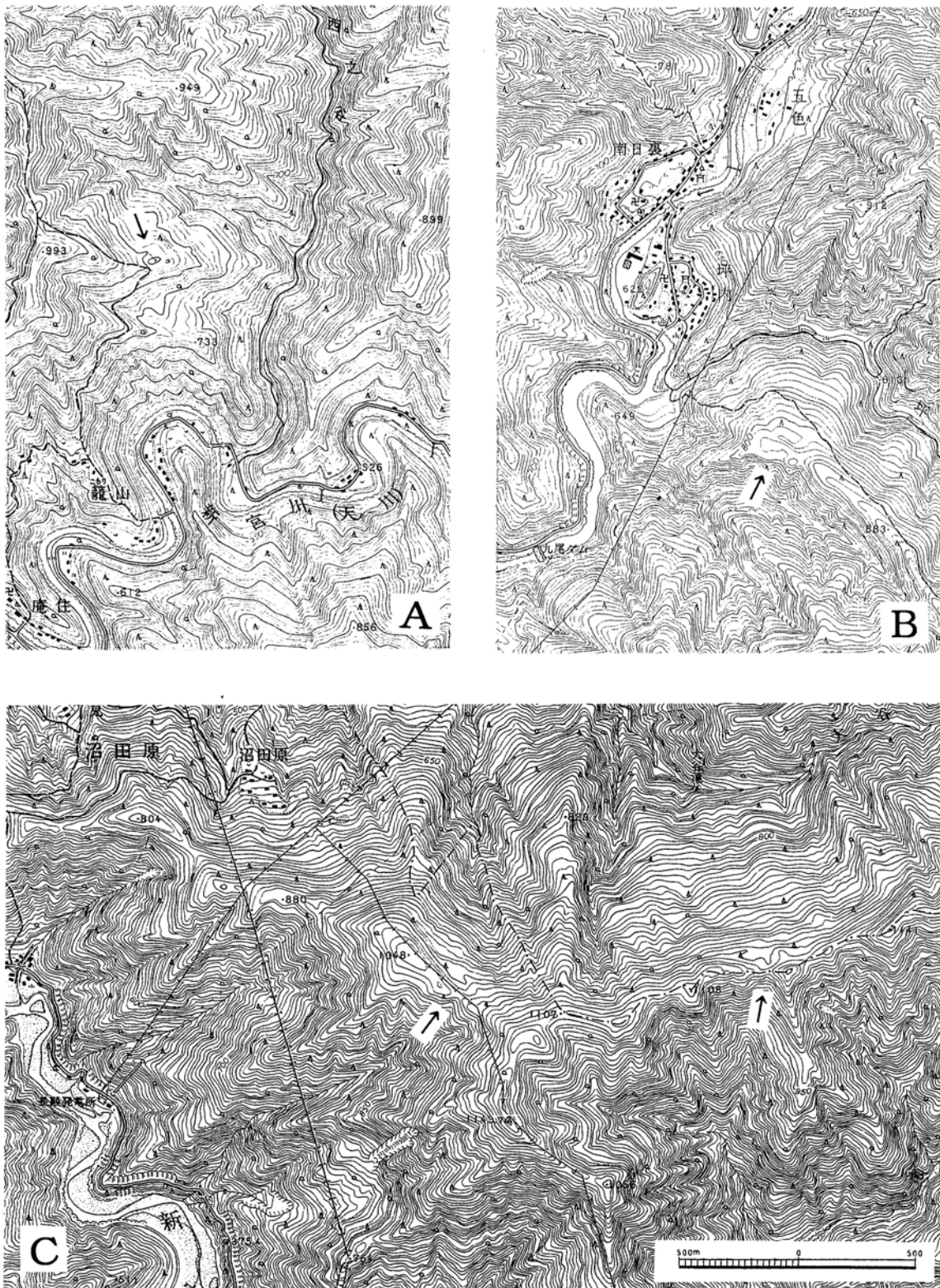


図8 十津川地域でみられる山稜部の凹地あるいは二重山稜の例（その1）。
ただし、AとBは1/25,000「南日裏」より、Cは同じく「辻堂」より。

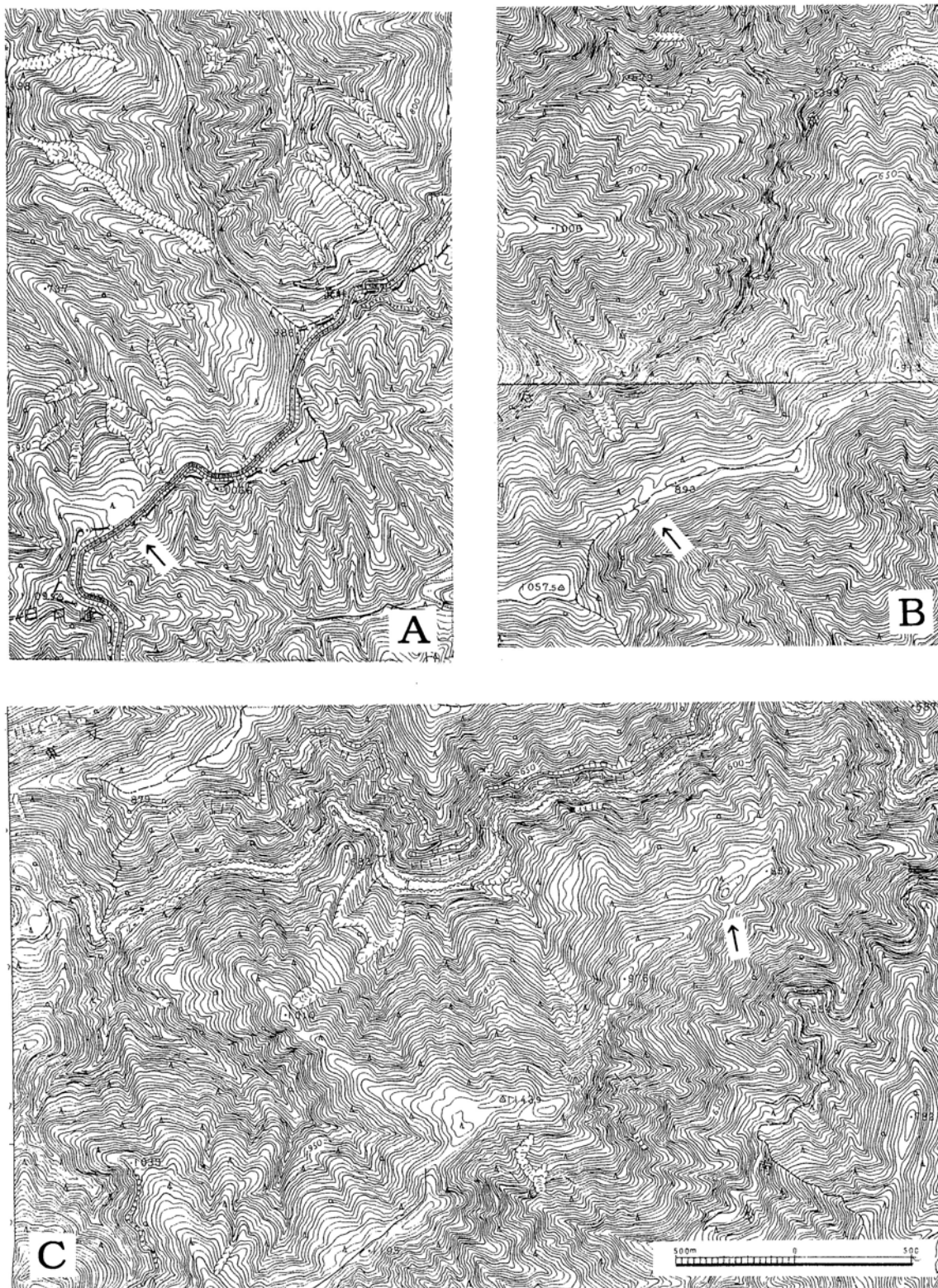


図9 十津川地域でみられる山稜部の凹地あるいは二重山稜の例（その2）。
 ただし、Aは1/25,000「梁瀬」より、Bは同じく「上垣内」「伯母子岳」の境界部、
 Cは同じく「伯母子岳」より。

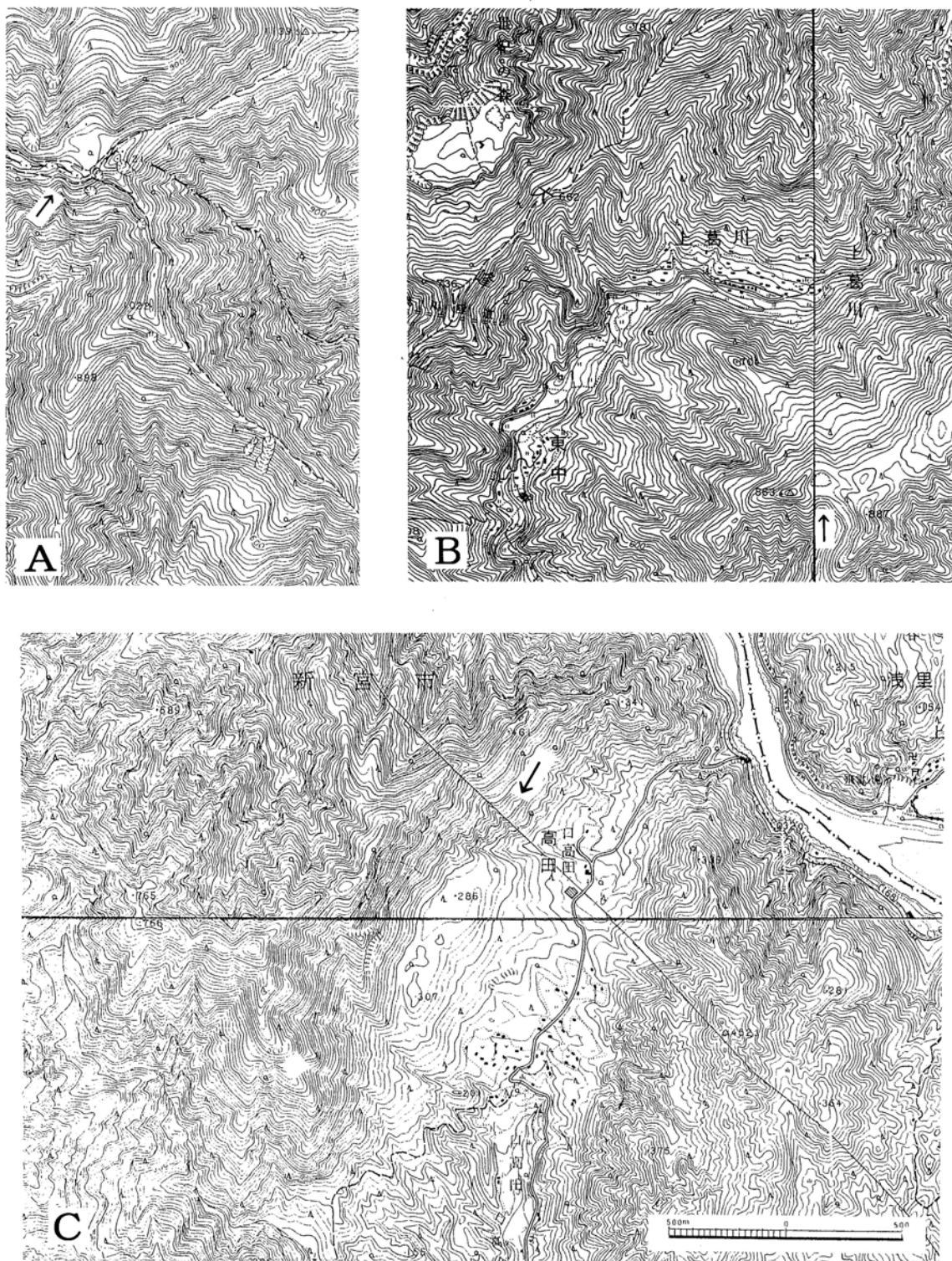


図 10 十津川地域でみられる山稜部の凹地あるいは二重山稜の例（その 3）.

ただし、A は 1/25,000 「発心門」、B は同じく「十津川温泉」と「大沼」の境界部、
C は同じく「大里」と「新宮」の境界部.

び 1048m の独標の少し東の 2 ケ所に認められるが、いずれも流れ盤の地すべり性斜面の頂部に位置している。

図 9-A に示したのは、十津川本川に左岸から合流する河原樋川の最上流部の「田口峰」北方にある二重山稜で、昭和 28 年の有田川災害のさいの崩壊地の頂部付近に位置する。図 9-B は十津川中流の「河津」集落付近で右岸から合流する支流の「月谷」の南側の尾根部分で、二重山稜が存在するが、流れ盤の地すべり性斜面の頂部であると推定される。図 9-C の中央の稜線右上に示されているのは、左岸から合流する支流の神納川の上流部にある凹地で、「ダマノ窪」とよばれている。この部分の斜面は一般に、図の上方を西から東に流れる神納川の下刻により遷急線を挟んで斜面の下部が急斜面となっており、全体として岩盤すべりを起こしている可能性がある。なお、窪地から西に続く尾根の北側の 2 つの崩土記号(1010m 独標の下方と、976m 独標の西方)とは、明治 22 年の崩壊地(山葵山)である。

図 10-A に示したのは、十津川流域の南の分水界にあたるほぼ東西にのびる果無山脈の東部稜線の 1121m の独標付近にみられるものである。西に隣接する谷の崩土記号などから判断して、地山岩盤の緩みあるいは大規模岩盤滑りの初期的状態を示している可能性がある。図 10-B の右下部分には、363.4m の三角点の東側直下に凹地記号があり、その北方の斜面と図の左上の明治 22 年の大規模崩壊(小川の古屋山)との地形特性の類似から、この凹地も地すべり性斜面の頂部に位置していると考えられる。図 10-C に示したのは、新宮市街の西方に位置する大規模地すべり地形である。滑落崖の一般走向は、地震による地盤の水平変位の方角にほぼ直交していて、南海道で周期的に発生する地震の何らかの影響があったものと推定される。この発生時期などの詳細は未調査であるが、将来の地震に対して要注意の地形である。

十津川流域を主とする対象地域においては、温暖多雨と海面上昇にともなう後氷期の開析の進行に対応した河床縦断面形の変動(下流で埋積、上流で下刻)により遷急点をもつ斜面地形が形成され、下刻の及んでいない最上流部には平坦な地形が残る重輪廻地形となっていて、前輪廻遺物である平坦部では風化帯が発達している。このような状況のもとで、透水性の高い岩石からなる流れ盤部分では従順長大斜面を形成していて、そのような部分では地表流による侵食ではなく大規模地すべりによる下方移動が卓越している。このような部分の尾根に凹地や二重山稜がみられ、それが明治 22 年の崩壊地の頂部に位置している場合も多い。したがって、そのような特徴をもつ斜面地形は、周期的に訪れる地震の影響を受け、長期にわたる徐動的なクリープによる斜面変動で作られた変動地形である可能性を示す事例として重要である。次に訪れる地震あるいは豪雨によって大規模な山体崩壊につながる可能性もあるので、今後の詳しい検討と十分な注意を要する。

7.5 ま と め

1989（明治 22）年の災害発生後の資料である吉野郡水災誌との比較にもとづくと、紀伊半島中南部の明治 44 年測量の旧 1/50,000 地形図に記された崩土記号は、明治 22 年の台風による豪雨によって発生した大規模な崩壊地を概ね示すものと考えられる。その一般的な分布をみると、崩壊地は十津川流域のみならず、和歌山県田辺市の周辺や富田川・日置川の上流部にも多く、和歌山県側の関連資料によるまでもなく、このときの降雨は紀伊田辺と十津川流域をつなぐ線を中心としていた、ということが指摘できる。しかし、半島中央部にある大峰山脈の東側にあたる北山川流域、あるいは天辻峠をこえた紀ノ川流域には崩壊地はほとんど無い。したがってこのような分布状況は、台風に伴う湿舌が形成され、それが紀伊田辺～十津川をつなぐ線にそって紀伊半島に流れ込み、大峰山脈にぶつかって進路をさえぎられつつ十津川流域北限の天辻峠付近にまで達したために生じたのであろう。

十津川災害の発生した明治 22 年には、和歌山県側でも田辺市付近を中心として激甚な被害がでた。この地域の資料の特徴として細かい崩壊地までが記録されていて、崩壊地の総数は十津川流域にくらべて遙かに多い。しかしながら、外帯のいわゆる群発性あるいは地すべり性大規模崩壊（小出，1955）の規模頻度特性についてみると、昭和 28 年の有田川災害においても十津川災害の場合とほぼ同様の傾向を示すので、十津川においても和歌山県側におけると同様の小規模なものまで考えると、極めて多数の崩壊地が形成されたことは間違いない。

もう一方で、この地域の斜面の安定性に対する地震の影響が問題となる。それを評価するひとつの根拠として、1946 年の南海地震における地盤の水平変位にもとづけば、紀伊半島では北西－南東方向の振動が卓越していたと考えられる。したがって、十津川災害に先行する安政南海地震においても同様に、この方向に直交する北東－南西方向に伸びる尾根の斜面は、本地域のとくに流れ盤となる北西向斜面において、共振現象もあってかなりの損傷を受けたものと推定される。崩壊地だけでなく、尾根の上に見られる凹地や大規模地すべりも、これらの特定方向と関連づけることができる。紀伊半島以外の外帯の大規模崩壊についても、加奈木崩れや大谷崩れは海溝にほぼ平行した方位の山稜の斜面で発生していることを考えると、地震動による特定方位の斜面の損傷がその発生に関係していることが十分予想される。

崩壊地の少ない大峰山脈には熊野酸性岩がしばしば分布することや、付加体である地層の一般走向をあわせ考えると、地震動による特定方位の斜面の損傷、付加体の流れ盤に代表される地質構造、台風による湿舌の形成に伴う降雨特性、の三者が競合して未曾有の災害が発生したといえる。地震動に対して特に危険な方位関係にある特異な地形あるいは地すべり関連地形については、将来において発生する南海道の地震に関連して十分な注意を払う必要がある。

引用文献（年代順に記すが，近年のものについては今後補遺が必要）

- 宇智吉野郡役所(1891)吉野郡水災誌，巻の壱～十一(1977・1981 復刻)．
- 小出 博，1955，「日本の地すべり 1－その予知と対策－」，東洋経済新報社，259＋7p．
- 宮本常一，1958，「十津川崩れ」水利科学，2-3，83-94．
- 千葉徳爾，1975a，「明治 22 年十津川災害における崩壊の特性について（1）」，水利科学，19-2，39-54．
- 千葉徳爾，1975b，「明治 22 年十津川災害における崩壊の特性について（2）」，水利科学，19-4，20-38．
- 籠瀬良明，1976，「明治 22 年十津川災害」，歴史地理学紀要，18，201-225．
- 瀬尾克美，1977，「十津川災害について」，新砂防，30-2，11-15．
- 藤田佳久，1983，「明治 22 年の十津川大水害」，地理，28-4，64-73．
- 森 秀太郎・森 巖，1984，十津川移民（懐旧録），新宿書房，296p．
- 平野昌繁・諏訪 浩・石井孝行・藤田 崇・後町幸雄，1984，「1889 年 8 月豪雨による十津川災害の再検討－とくに大規模崩壊の地質構造規制－」，京大防災研年報，27 号 B-1，369-386．
- 平野昌繁・藤田 崇「マスマーブメントの地質構造規制」，1986，地質学論集，28 号，31-43．
- 平野昌繁・諏訪 浩・石井孝行・藤田 崇・奥田節夫，1987，「吉野郡水災誌小字地名にもとづく 1889(明治 22)年十津川災害崩壊地の比定（その 1；西十津川）」，京大防災研年報，30 号 B-1，391-408．
- 平野昌繁・大森博雄，1989，「土砂移動現象における規模頻度分布とその地形学的意義」，地形，10 巻，95-111．
- 明治大水害誌編集委員会(1989) 紀州田辺 明治大水害，和歌山県田辺市，207pp．
- 藤田 崇（代表者），1990，「西南日本における初生的大規模斜面変動の発生・移動機構の解析」，科研報告書，73pp．
- 平野昌繁・野尻 亘・島津俊之・奥田節夫，1991，「吉野郡水災誌小字地名にもとづく 1889(明治 22)年十津川災害崩壊地の比定（南十津川・東十津川）」，人文研究，43 巻 5 号，79-89．
- 藤田 崇（編著），2003，「地すべりと地質学」，古今書院，238pp．