

3. 2004 年 21 号台風豪雨で三重県宮川流域に発生した

崩壊，土石流，岩屑なだれ

諏訪 浩・石井孝行・藤田 崇

3.1 はじめに

2004 年，三重県南部は 21 号台風に伴う豪雨に見舞われ，9 月 29 日朝，斜面災害や浸水被害が発生した．とくに宮川流域では斜面崩壊や土石流が多発し，死者行方不明者 7 名を数え，建物や道路，橋梁など被害は多方面に及んだ．紀伊半島南部に位置し，海溝型地震の揺れに周期的にさらされることや，日頃から雨量が多い地域であることなど，十津川流域と共通する点が多い．この豪雨により宮川流域で起きた崩壊の実態を明らかにしておくことは，1889 年に十津川流域で起きた崩壊のプロセスやメカニズムを検討したり，今後の崩壊に備える上で参考になることが多いように思われる．筆者らは崩壊の現地調査を三度にわたり実施した．主要な調査結果を以下に報告する．

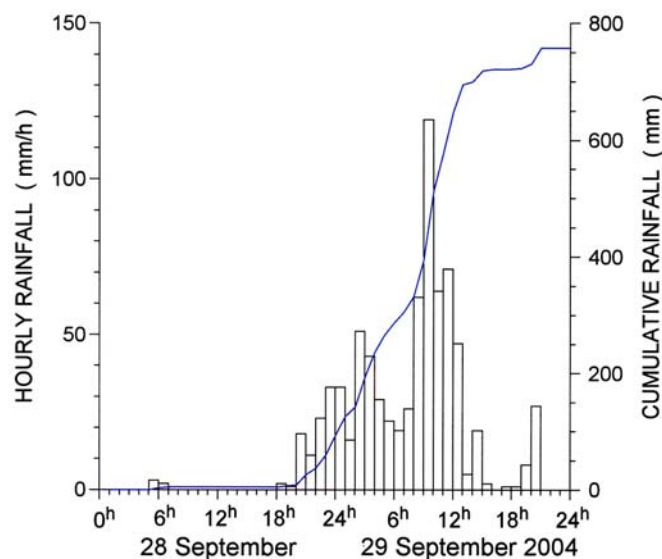


図1 三重県宮川村栗谷（くりだに）観測点における時間雨量の推移

3.2 降雨状況

三重県土砂災害情報提供システムの降雨データによると，宮川村栗谷の雨量観測点では 28 日 18 時の降り始めから翌日 21 時までの 27 時間に降雨量 758mm を記録した．うち 24 時間雨量 732mm は確率降雨として再起年がおよそ 50 年である．土砂災害の発生は降雨強度がピークを迎えた朝 9 時から 10 時半の時間帯に集中した．10 時までの 1 時間雨量は 119mm（図 1 参照，時間雨量）であり，再起年はおよそ 100 年である（土木研究所水理水文チーム提供プログラム使用）．

3.3 豪雨による宮川の洪水

三重県松坂地方県民局のデータによると、宮川ダムへの流入水流量は 9 時 50 分に $4,011 \text{ m}^3/\text{s}$ を記録し、計画洪水流入水流量 $2,500 \text{ m}^3/\text{s}$ を大きく上回った。また最大放流水流量は 11 時 59 分に $2,580 \text{ m}^3/\text{s}$ に達した。ちなみに、宮川ダムの竣工は 1957 年であり、2003 年までの既往最大流入水流量 $2,401 \text{ m}^3/\text{s}$ 、最大放流水流量 $1,500 \text{ m}^3/\text{s}$ であったが、今回はそれらをそれぞれ大きく上回った（図 2 参照）。宮川本川では増水のため河岸の表土や植生がことごとく剥がれるとともに、大量の土砂堆積が生じて河床上昇は最大 3～4 m に達し、川筋の景観が一変した。この洪水のため、下流の三瀬谷ダムは以後貯水不能となっていたが、2 月になって試験貯水が開始され、発電再開は 2005 年 10 月の予定とのことである。

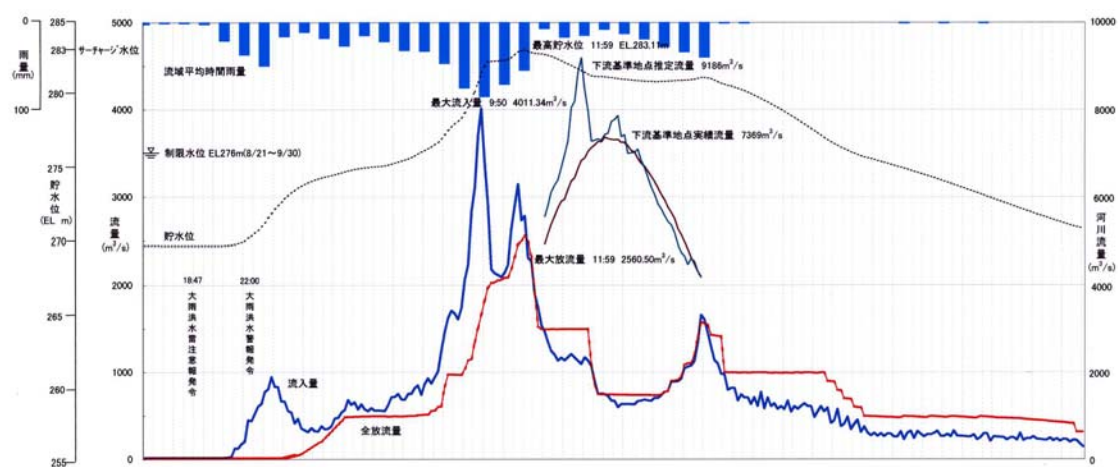


図 2 三重県宮川ダムにおける流入水流量と放流水流量の推移

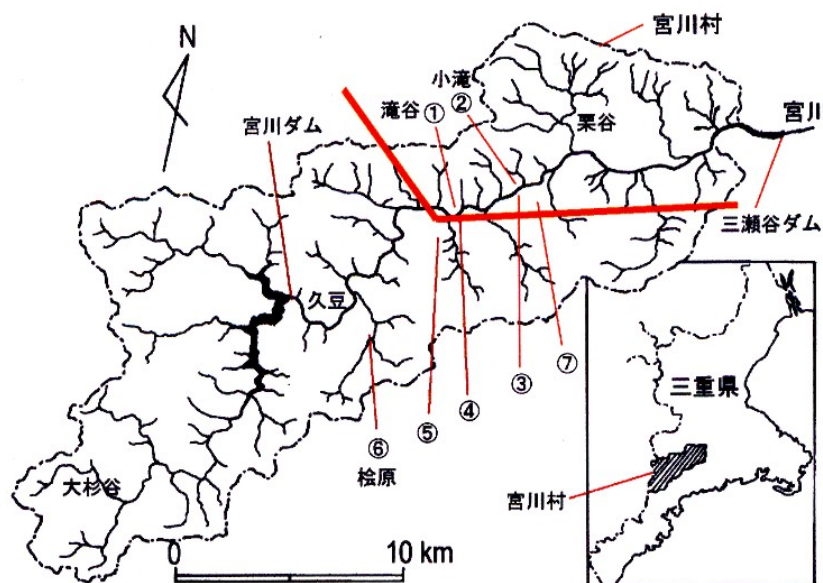


図 3 宮川流域と主な崩壊地（丸番号①～⑦で示す）。1/50 万地質図京都図幅によると、赤い境界線から北側がおおむね三波川帯，南側が秩父帯となっている。

3.4 流域の地質

斜面崩壊調査地のうち、主要な地点に番号をふり、図3に示す。宮川村に分布する地質は「20万分の1近畿地方土木地質図」(図4)によれば滝谷付近を境にその北側は三波川帯となっているが、現地を踏査してみると三波川帯に分類されているところでも岩石の変成程度はそれほど強くなく、むしろ秩父帯と推定されるところも多く見られた。頁岩、砂岩、粘板岩、粘板岩砂岩互層、緑色岩、チャート、混在岩が分布している。地層の走向は概ね東西方向で、傾斜は $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ (局部的には 70° 程度)であるが、波長数百メートル程度の褶曲が存在する可能性があるとともに、いくつかの断層が発達し、地質構造は変化に富む。このため、個々の崩壊地域での地層の走向・傾斜はともに変化が顕著である。このような点も影響して、崩壊様式や土砂移動の様式が多様であったことが注目される。

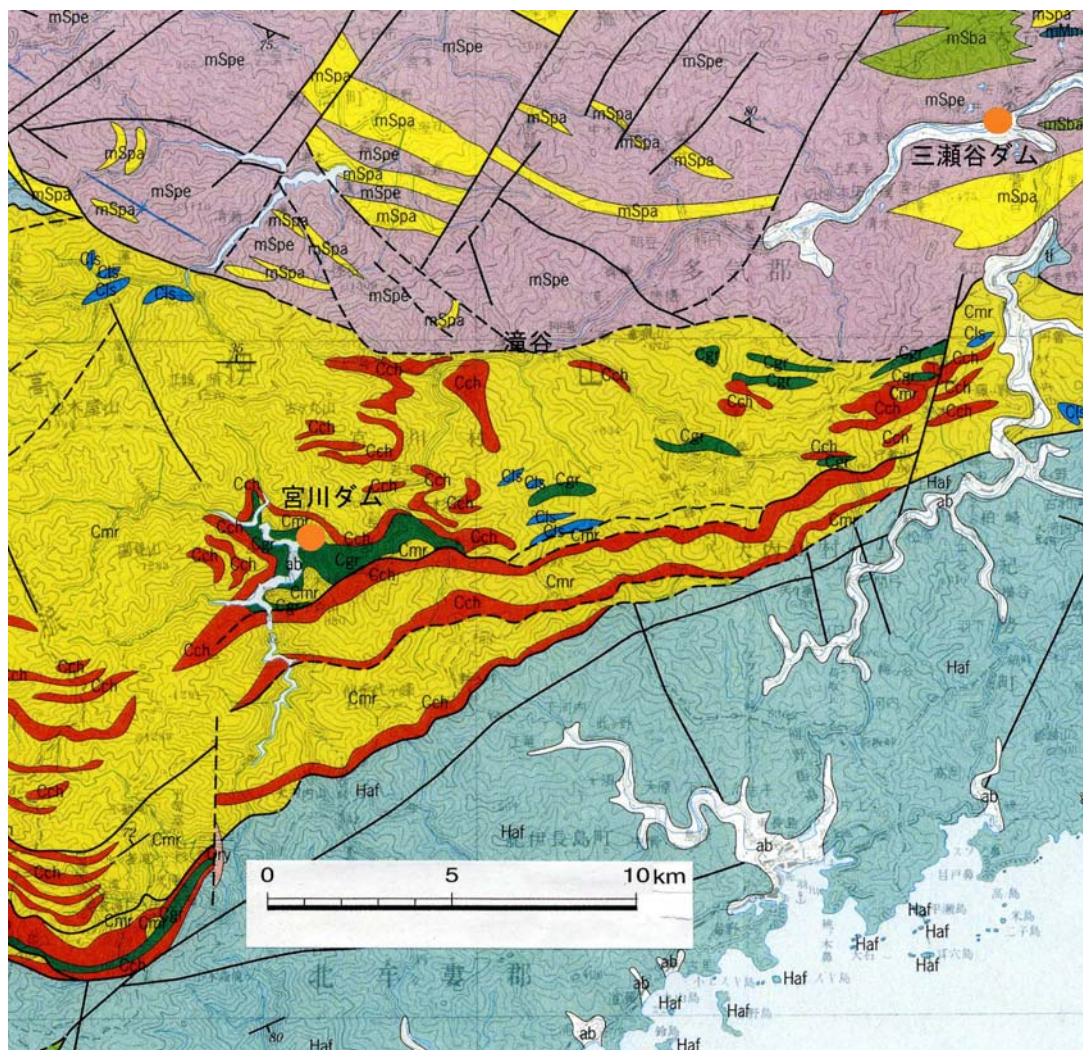


図4 宮川流域を含む地域の地質分布。20万分の1近畿地方土木地質図(2005)から切り出し、加筆のうえ引用。三波川帯の mSpa : 砂質片岩, mSpe : 泥質片岩 ; 秩父類帯の Cmr : 泥質基質中に砂岩, チャート, 石灰岩, 緑色岩などの岩塊を伴う混在岩, Cch : チャート, Cgr : 緑色岩類, Cls : 石灰岩



図5 滝谷崩壊の前（上）と後（下）．滝谷在住の天野清二氏提供

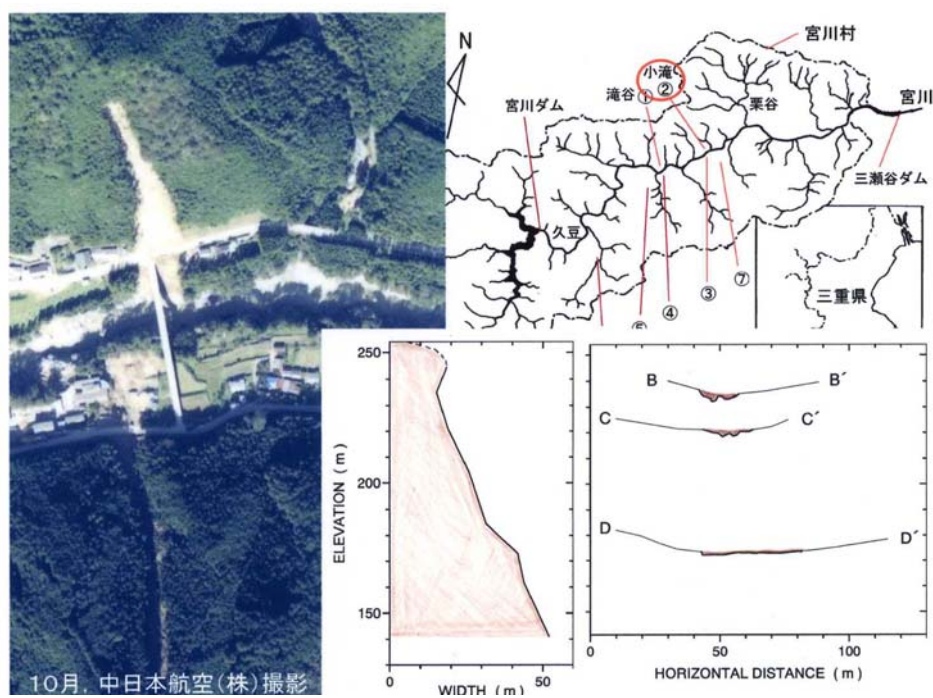


図6 小滝崩壊後の空中写真と崩土移動幅の拡大状況

3.5 崩壊状況

滝谷①では、南東に傾斜する斜面の中腹部から派生した尾根の下部が幅およそ 40m、斜面長 80m、崩壊最大深 8m で崩壊した（図 5）。崩壊地の両側には楔状に 2 方向の小断層がある。これらと岩盤の著しい風化が崩壊の素因である。崩壊斜面は尾根状であるが、東側に隣接して谷地形があり、流域面積が大きいため降雨時には大量の表面流と地中流を集めていたことが目撃されており、崩壊の誘因と連動していたものと思われる。崩土量はおよそ 8,000m³ である。小滝②の地点では頁岩と岩屑が褶曲軸のプランジ方向へ滑り落ちた。この斜面には崩壊直後に形成されたと見られる溝状の地形ができていた（図 6 の右図参照）。これは崩壊の頭部から相当量の湧水があったことを示すものであり、この湧水を出現させた地下水が崩壊の誘因をなしたと考えられる。この崩壊では、形状からいえば直線斜面が崩れた。そして、崩土の移動幅が斜面脚部に向けて顕著に増大していることが注目される（図 6 の左図参照）。滑落崖の幅が大きくなっても、崩土の滑落移動につれてその幅が著しく増大すると、斜面脚部での被災地が拡大することになる。崩土移動幅の評価は崩土到達距離の評価と共に防災上重要であることが示唆される。いっぽう、小滝②の対岸の地点③ではトップリングタイプのクリープ岩盤が崩壊したと見ることができる。また、滝谷①の対岸の地点④ではバックリングタイプのクリープ岩盤が崩壊したと見ることができる。これら地点③と④では頁岩からなる斜面が崩壊した。

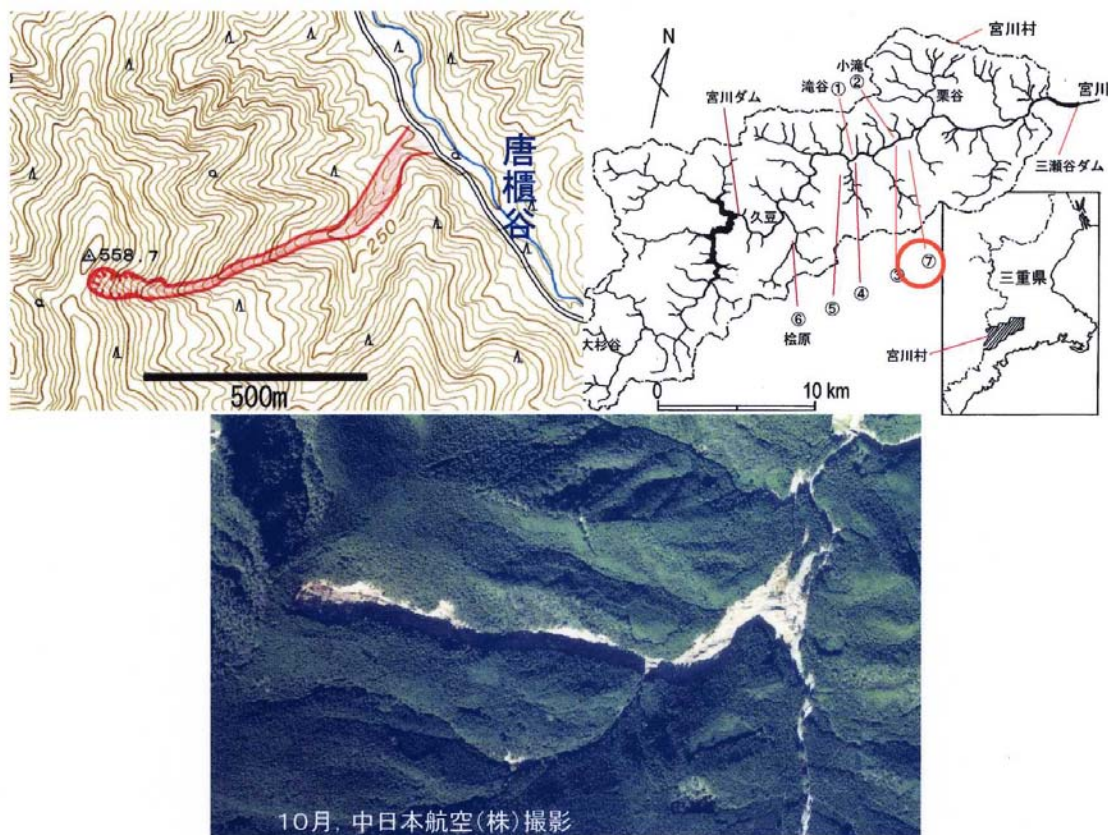


図 7 唐櫃谷左支谷での崩壊状況。右上の図は国土地理院 1/2.5 万江馬図幅を改変

以上は土量が数百～数千 m^3 程度の小規模な崩壊であるが、唐櫃谷（からとだに）の左支谷⑦の地点で起きた崩壊や春日谷の左支谷⑤の地点で起きた崩壊は規模が大きい。唐櫃谷左支谷では、泥質岩からなる流れ盤斜面が崩壊し、崩土は土石流となって 800m 下流の唐櫃谷本川に流れ込んでいる。崩壊土量はおよそ 2 万 m^3 である（図 7）。春日谷左支谷⑤では主として粘板岩からなる流れ盤斜面が隣接流域を隔てる尾根をかすめて大きく崩壊した（図 8）。崩壊の体積はおよそ 50 万 m^3 である。崩土は岩屑なだれとなって 1km 駆け下って春日谷本川を一時堰止め、天端の比高が 15m を超える天然ダムが形成された。なお、



図 8 春日谷左支谷の崩壊と岩屑なだれ流下範囲。国土地理院 1/2.5 万間弓図幅を改変

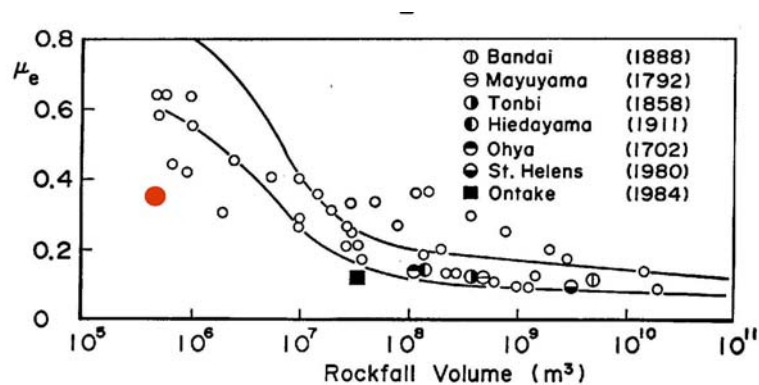


図 9 崩壊土量と等価摩擦係数の関係。

春日谷左支谷岩屑なだれの場合を大きな丸印で示す

春日谷本川においてダム上流側に明瞭なダム湖が形成された痕跡が認められない。天然ダム堤体の中央部分は、当時著しく増水していた本川の流水によって瞬く間に侵食されたため、水が貯留しなかったものと考えられる。等価摩擦係数は 0.35 であり、体積 50 万 m³ 規模の崩壊としては値が小さめであることが注目される（図 9）。斜面に残された偏流すなわち Super-elevation の痕跡から、なだれの主部の速度は、支谷の下流部でおよそ 10m/s、流量は 7,000m³/s ほどに達したと推定される（図 10）。

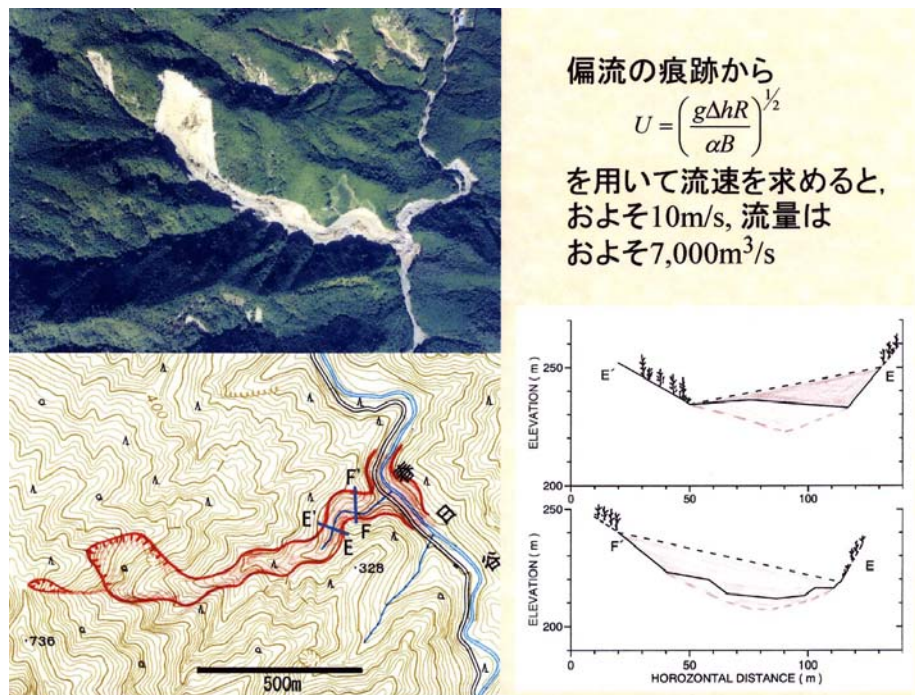


図 10 岩屑なだれの偏流状況と流速の推定法。国土地理院 1/2.5 万地形図間弓図幅を改変

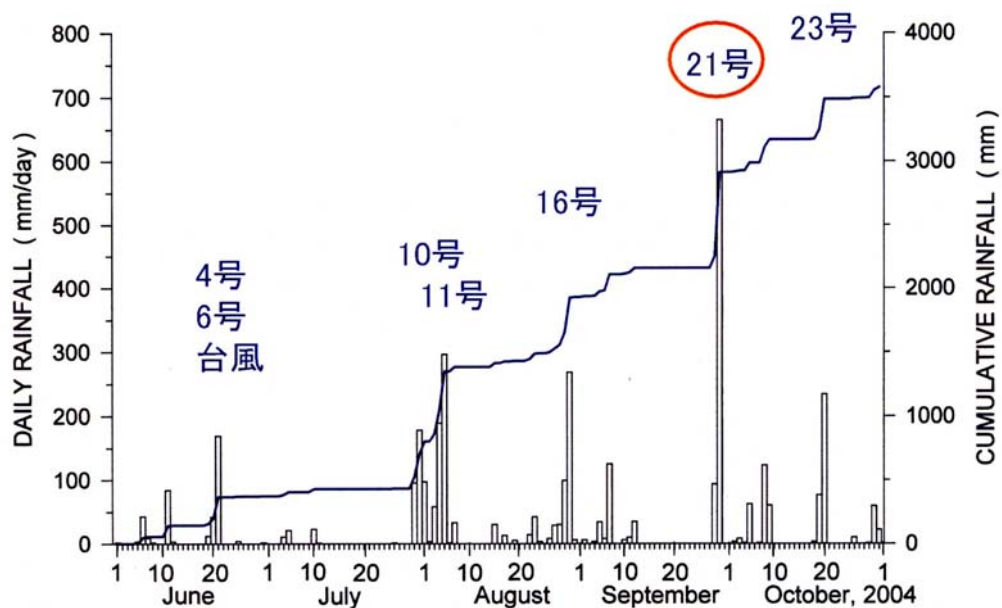


図 11 宮川村栗谷における日雨量の推移（6月～10月）

3.6 崩壊の素因形成事象

これら崩壊の素因を考える上で、次の2点を省くわけにはゆかない。日雨量の履歴を示すと、図11のようになる。宮川の流域はこの災害が起こる前の4箇月間にかなり規模の大きな降雨に何度も見舞われている。とくに、7月30日から8月5日までの7日間に宮川村栗谷では916mmの、宮川村久豆（アメダス観測点宮川）では1,199mmの大雨に見舞われている。このような履歴は9月29日発生崩壊の素因形成に何らかの役割を果たしたかも知れない。もう一つは9月5日の紀伊半島南東沖地震（M7.4）である。その際、宮川村ではおおむね震度4の揺れであった（図12）。それ自体は斜面崩壊の誘因となるような強震ではないかも知れないが、このような揺れが当日と翌日にかけて3度もあったことが注目される。9月29日の豪雨に際しては、平板状斜面や尾根型斜面でも崩壊が起きている。また春日谷左支谷では規模の大きな崩壊があった。これらの崩壊の素因形成に2004年9月5日と6日の紀伊半島南東沖地震のときのような揺れが何らかの役割を果たしたか否かを明らかにすることが重要な課題である。

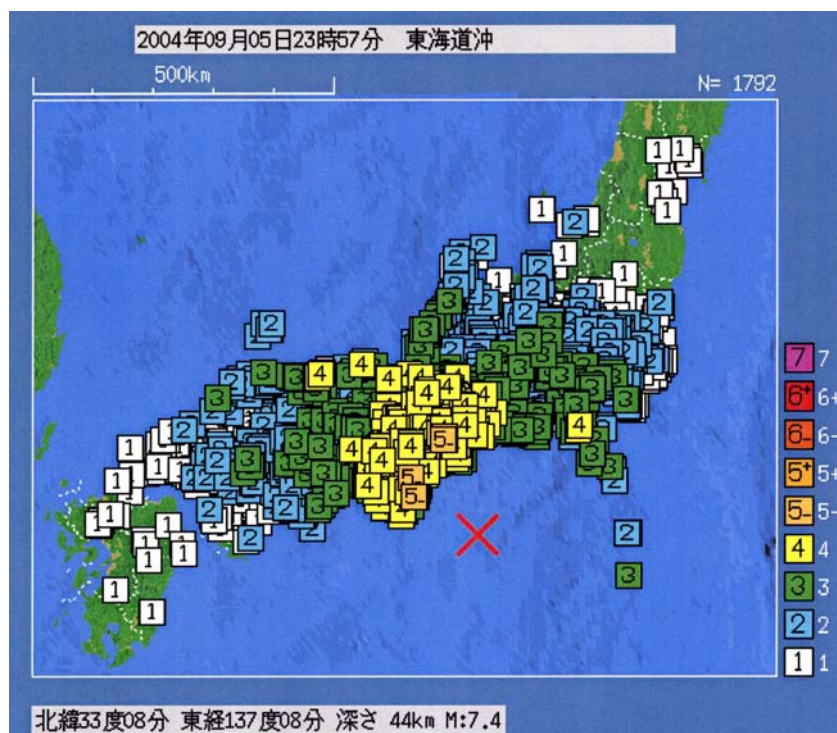


図12 2004年9月5日紀伊半島南西沖地震による震度分布。気象庁（2004）を一部改変

謝 辞

降雨データは三重県土砂災害情報システムの提供による。宮川ダムにおける流量データは三重県松坂地方県民局建設部ダム管理室よりご提供いただいた。現地調査の一部は大杉谷自然学校の方々ならびに土志田正二氏（京都大学大学院理学研究科院生）と共同で実施した。調査に際し、千木良雅弘教授（京都大学防災研究所）ならびに宮川村在住の多くの方々に関連情報をご教示いただいた。ここに記し、関係各位に感謝の意を表する。

参考文献

- 林 拙郎・土屋 智・近藤観慈・芝野博文・沼本晋也・小杉賢一朗・山越隆雄・池田暁彦（2004）2004年9月29日、台風21号に伴って発生した三重県宮川村の土砂災害（速報），砂防学会誌，57(4)，48-55.
- 近藤観慈・林 拙郎・沼本晋也（2004）2004(平成16)年台風21号による三重県宮川村の斜面災害，日本地すべり学会誌，41(4)，97-100.
- 近畿地方土木地質図編纂委員会（2005）20万分の1近畿地方土木地質図，印刷中
- 気象庁（2004）Web site: www.seisvol.kishou.go.jp/eq/shindo_db/db_map/200409/05/A200409052354168001303308……
- 諏訪 浩・千木良雅弘・土志田正二・石井孝行・藤田 崇（2005）2004年21号台風豪雨で三重県宮川流域に発生した崩壊と土石流，岩屑なだれ，平成17年度砂防学会研究発表会概要集，16-17.