

三重県の災害事例

～平成23年台風12号災害～

三重大学大学院生物資源学研究所
酒井 俊典

1. はじめに

平成23年9月に来襲した台風12号は、大型で動きが遅く長時間にわたり広い範囲で大雨をもたらしたため、全国各地で大きな被害が発生した。特に台風の東側に位置した紀伊半島では、長時間広い範囲で記録的な大雨となり、各所で浸水および土砂災害による甚大な被害が発生した。三重県内でも大きな被害が見られ、三重県災害対策本部が纏めた主な被害状況は、死者2名、行方不明者1名、住宅の全壊55棟、床上浸水1683棟、農地の冠水3,153ha、公共土木施設被害972カ所等であった(表-1)。また、三重県各事務所の治山関係の被害報告件数では、尾鷲、熊野、伊勢、松阪などの南勢地域から東紀州地域に被害が集中していた。

中部地質調査業協会と地盤工学会中部支部は、この台風12号災害に対して合同で調査団を結成し、三重県内の主な災害力所を中心に調査を実施した。本報告は台風12号による主な被害に関して取り纏めたものである。

表-1 台風12号による被害状況 (H23.10.14 現在)

		被害状況
人的被害		死者2名 行方不明者1名 負傷者15名
住宅被害		全壊55棟 半壊299棟 一部損壊53棟 床上浸水1683棟 床下浸水830棟
農林商工部被害	農産物被害	農地の冠水3153ha 施設被害108件 その他
	農地被害	農地、農道被害971カ所
	林業被害	山腹崩壊127カ所 林道被害907カ所 その他
	水産被害	養殖魚へい死、漁具、漁船、流木
	商工業被害	店舗、工場約410件
公共土木施設被害		道路、河川、港湾、砂防972カ所 治山施設59カ所
公共施設等被害		県立高校、その他施設

2. 台風12号の進路と降水量

図-1は気象庁が発表した台風12号の進路である。台風12号は、8月25日にマリアナ諸島で発生し小笠原諸島近海で停滞した後、8月29日に高知県東部に上陸後ゆっくりとした速度で北上し、9月4日に日本海に抜け、その後9月5日に温帯低気圧に変わった。台風12号は、大型で動きが遅く長時間にわたり広い範囲で記録的な大雨をもたらした。図-2、図-3は、紀宝町に近い新宮および大台町宮川のアメダス観測地点における時間降水量を示したものである。新宮では9月3日から9月4日にかけて集中的な降雨となり、9

月4日午前4時には時間131.5mmを記録し、8月30日の降り始めからの総降水量は832.5mmとなっている。宮川では9月4日から9月5日にかけて時間20mmから80mmを越える降雨が連続して2日間近く降り続き、8月31日からの総降水量は1,681.5mmに達する記録的なものとなっている。図-4は、三重県内の台風12号による降り始めからの総降水量の分布を示したものである。中・北勢地域では500mm以下の降水量であったものの、南勢地域から東紀州地域にかけては多くの地域で1,000mmを越える降水量となり、特に大台町周辺から奈良県上北山周辺にかけては1,500mmを越える記録的な降水量となっている。



図-1 台風12号の進路

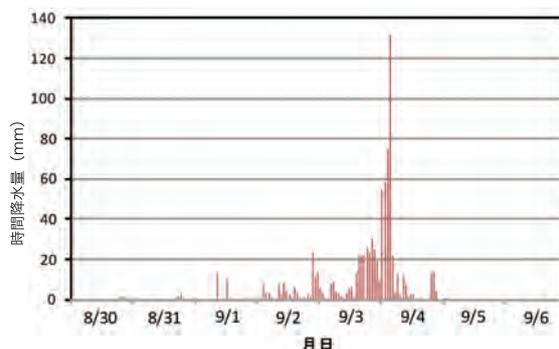


図-2 台風12号による時間降水量(新宮)

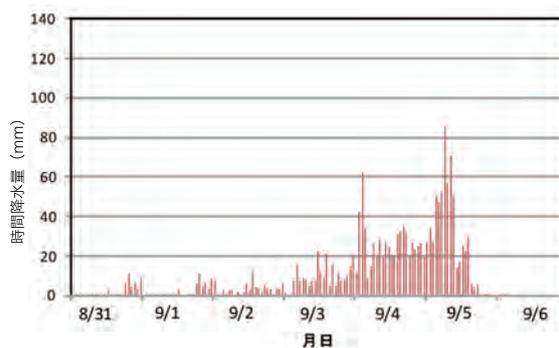


図-3 台風12号による時間降水量(宮川)



図-4 台風12号による累積降水量

3. 被害状況

被害状況の調査は、三重県内において比較的大きな被害が発生したと思われる地点を中心に、紀宝町、御浜町、熊野市、紀北町、津市、大台町で行った。図-5は、調査地点の位置と地質を示したものである。以下に各地点の被害状況について示す。



図-5 調査地点の位置と地質⁴⁾

3.1 紀宝町

調査は図-6、図-7に示す浅里、高岡、神内で行った。調査地点付近の地質は、新第三紀中新世の火成岩である熊野酸性岩類に属する花崗斑岩を基盤としている。浅里、高岡では、今回の大雨による河川の氾濫により甚大な被害が発生し、浅里では熊野川の増水・氾濫により家屋の1階屋根付近まで水位が上昇し、家屋の浸水や農地の冠水などの大きな被害が見られた。また、高岡では相野谷川の輪中堤が決壊し輪中堤内の家屋等に大きな被害が見られた(図-8)。土砂災害としては、浅里地区において家屋裏山で崩壊が発生し、家屋の倒壊等の被害が見られた(図-9)。また、大和田川

では上流2.5km付近から土石流が流下し、この土石流による橋梁部での河道閉塞によって周辺の家屋に被害が発生した(図-10)。神内では、図-11に示すように幅15m程度、延長100m程度の比較的浅い斜面崩壊が発生するとともに、その下部の道路のり面にも崩壊が見られた。また、対岸の斜面においては、幅50m程度の流れ盤方向の崩壊が表層付近で発生し、下流に土石が流下していた(図-12)。空中写真等も含め紀宝町周辺では谷筋沿いを中心に比較的の浅い崩壊が多数確認できた。



図-6 紀宝町の調査地点1(浅里, 高岡)⁵⁾



図-7 紀宝町の調査地点2(神内)⁵⁾



図-8 輪中堤の決壊状況と緊急対策



図-9 斜面の崩壊状況



図-10 土石流による被害状況



図-11 斜面の崩壊状況



図-12 斜面の崩壊状況

3.2 御浜町

調査は図-13に示す阪本で行った。調査地点付近の地質は、新第三系中新統の熊野層に属する泥岩・シルト岩互層を基盤としている。本地点周辺では地すべりに対する対策が実施されており、調査時には一部の水抜きボーリング孔からの排水が見られた。林道沿いでは表層付近の崩壊が数カ所で見られるとともに、図-14に示すような林道および熊野古道を寸断する幅55m程度の比較的規模の大きな地すべり的な崩壊が発生し、崩壊側部では1m程度の滑落が見られた。この崩壊カ所の側部滑落崖に露頭する泥岩・シルト岩互層は風化し、層理面が開口するとともに層理面と直交する節理面も発達していた。

図-13 御浜町の調査地点（阪本）⁵⁾

図-14 地すべり的な崩壊状況

3.3 熊野市

調査は図-15に示す寺谷で行った。調査地点付近の地質は、四万十帯の砂岩・泥岩互層を基盤としている。本地点付近では、図-16に示すように尾根付近からブロック崩壊的な崩壊が見られ、源頭部付近での岩塊の大きさは2mを越えるものも見られた。また、1m以上ある比較的大きな岩塊が桑谷川を流下していた(図-17)。崩壊面付近では砂岩が優勢であるものの、桑谷川を挟んだ右岸側では泥岩が確認できる。



図-15 熊野市の調査地点（寺谷）⁵⁾



図-16 源頭部付近の崩壊状



図-17 地質と崩壊状況

3.4 紀北町

調査は図-18に示す鍛冶屋又で行った。調査地点付近の地質は、秩父帯との境界付近の四万十帯に属し砂岩・泥岩互層を基盤としている。本地点では大規模な崩壊により、源頭部付近においてこの崩壊に伴うと思われる高さ35m程度の崩壊土砂の堆積が見られ、その右岸側では土石流の流下によると思われる深さ10m以上の浸食谷が発生していた(図-19)。また、崩壊した土砂流が大量に流下したことにより、河道が図-20に示すように大きく浸食され、現在の川底から7~8mの位置まで浸食の影響を受けていた。

また、土石流による多量の土石が下流まで堆積し、川幅が30m以上となっている力所も見られる。



図-18 紀北町の調査地点（鍛冶屋又）⁵⁾



図-19 土砂の堆積状況



図-20 河川の浸食状況

3.5 津市

調査は図-21に示す美杉町石名原で行った。本地点では所谷川上流で発生した土石流が流下し、国道368号にかかる橋梁を流失させるとともに、所谷川周辺の家屋等に大きな被害を及ぼした(図-22)。調査地点に流下した転石は、領家帯に属する花崗岩・片麻岩を多く確認できた。



図-21 津市の調査地点（美杉町石名原）⁵⁾



図-24 大台町の調査地点2（始神谷）⁵⁾



図-22 土石流による被害状況

3.6 大台町

調査は図-23、図-24に示す東又谷、持山谷、始神谷で行った。大台町周辺では、降り始めからの降水量が1,500mmを越えており、大規模な崩壊が東又谷および持



図-23 大台町の調査地点1（東又谷、持山谷）⁵⁾

山谷で見られるとともに、持山谷では土石流による治山堰堤の破損、および橋梁の流出等が見られた。また、始神谷では斜面崩壊に伴うグラウンドアンカー工の破損が見られた。以下に各地点での被害状況を示す。

3.6.1 東又谷

調査地点付近の地質は、秩父帯北帯の砂岩・チャートを基盤としている。崩壊地点の状況は、図-25に示すように山頂付近から幅400m～500mの大規模な崩壊が発生し、この崩壊によると思われる大量の土砂が河川に堆積するとともに下流への流下が認められた。また、この土砂の堆積により河川幅が50m以上となっている力所が存在する。また、図-26に示すように河川両岸は土石流により激しい浸食を受け、一部は高さ10m以上も浸食されていた。この影響により林道のり面、のり砕工、および補強土壁工等にも大きな損傷が見られた。なお、宮川右支川桧原谷川との合流点近くに設置された2カ所の治山堰堤は、この土石流により埋没状態となっているが、桧原谷川への土砂の流下はある程度抑えられていた(図-27)。



図-25 源頭部の崩壊状況と土砂の堆積状況



図-26 林道および法面等の被災状況



図-27 松原谷川との合流地点付近の状況
および治山堰堤の状況



図-29 河川の浸食と堆積状況

3.6.2 持山谷

調査地点付近の地質は、秩父帯北帯の砂岩・チャートを基盤としている。崩壊源頭部の状況は、図-28に示すように、持山谷川上流の山頂付近において幅150m～200m程度の大規模な崩壊が発生し、これに伴う土石流が下流に流下し、この土石流によって一部では高さ10m以上も浸食の影響が見られた。また、林道のり面、擁壁、および補強土壁工等にも大きな損傷を受けていた(図-29)。宮川合流点付近では、図-30に示すように、この土石流によって高さ15mの治山堰堤が破損するとともに、河床から20m程度の位置にある橋梁も流失した。堰堤は、本堤工が大きく破損して浸食を受け、その下流にある副ダム工については土石流により埋没したとの報告である。また、土石流の影響により向岸に河川水が越流したと思われ、これにより宮川右岸の河床から10m程度の高さにある道路および家屋等に大きな被害が発生した(図-31)。



図-30 宮川との合流地点付近の状況



図-28 源頭部の崩壊状況



図-31 堰堤の崩壊と向岸の状況

3.6.3 始神谷

調査地点付近の地質は、三波川帯に属する泥質片岩を基盤とし、頭部滑落崖の西部(側頭部)には風化した泥質片岩が露頭している。本地点では、平成16年9月の台風21号により斜面崩壊が発生し、それに対する対策工事として、のり枠工、ロックボルト工およびグラウンドアンカー工が建設中であった。本地点では、アンカー6列138本の施工予定のうち、今回の降雨による尾根部付近からの再崩壊により(図-32)、完成していた最上段の1列23本のアンカーに破損が見られた(図-33)。アンカーの破損状況は頭部落下

に伴う受圧板の落下、アンカーテンドンの飛び出し、受圧板のずれ等で、多くのアンカーは崩壊土砂に埋没していた(図-34)。



図-32 源頭部の崩壊状況



図-33 アンカー変状・埋没の状況



図-34 掘起こし後の埋没アンカー状況

4. 大台町紀北町周辺の大規模崩壊について

東又谷、持山谷の崩壊力所は、平成19年7月に撮影されたYahooの空中写真において、源頭部付近で崩壊が確認できる。図-35に示す赤い領域はYahooによる平成19年7月撮影時点の崩壊力所であり、国土地理院が崩壊後撮影した空中写真と比較すると、台風12号によりこの崩壊を含めた大規模領域に崩壊が発生したものと考えられる。また、

図-35の右上の図は、東又谷の崩壊源頭部付近について国土地理院により撮影された空中写真と地図とを重ねあわせたものである。東又谷の崩壊力所の等高線形状は周辺と異なっており、過去に何らかの大きな変状が発生した力所である可能性が考えられる。



図-35 平成19年7月と台風12号被災後の比較と東又谷の源頭部付近の等高線の状況⁶⁾



図-36 大規模崩壊地点と地質および宮川アメダス観測点⁴⁾

紀北町鍛冶屋又、大台町東又谷および持山谷では大規模な崩壊が発生した。これらの地点は、図-36に示すように、地質は鍛冶屋又が四万十帯、東又谷および持山谷が秩父帯と異なるものの、発生力所は比較的近い地点に位置している。台風12号によるこの付近のアメダス宮川観測点では、降り始めからの累積降水量が1,500mmを越えており、これら大規模な崩壊が発生した周辺においては、記録的な降水量であったことが考えられる。

図-37、図-38は、過去10年間の月間降水量をアメダス宮川観測点および紀宝町に近い新宮観測点について示したものである。両観測点とも平成23年9月の降水量は記録的に大きいことが判る。特に、宮川観測点では台風21号

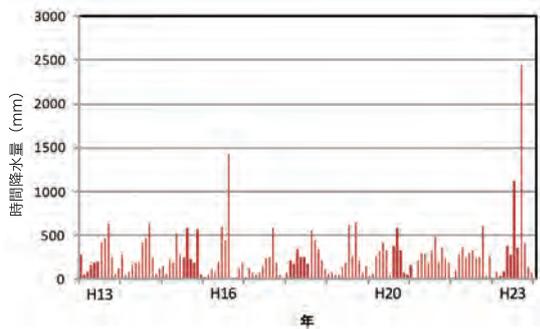


図-37 月間降水量（宮川）

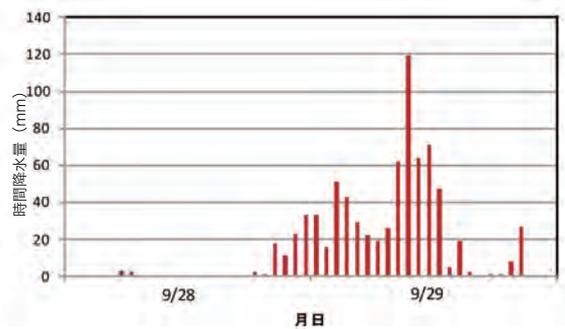


図-39 平成16年9月台風21号による
時間降水量（宮川）

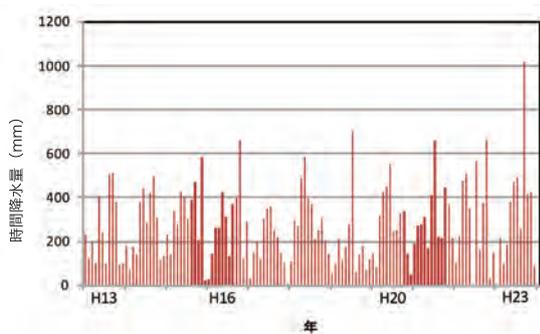


図-38 月間降水量（新宮）

による災害が発生した平成16年9月、および平成23年9月の降水量は特筆する値となっている。また、宮川観測点では平成23年9月は、台風12号に加え台風15号の降雨も含め1ヶ月間の降水量が2,452mmに達し、この値は月間の累積降水量としては観測史上1位であり、既往1位の1,468mmと比べて1,000mm程度も多いものであった。また、台風12号による降雨では、降り始めからの累積降水量が1,681.5mmと、既往1位の月間累積降水量を越える降雨が5日間で降ったことになる。図-39は、平成16年9月に旧宮川村で大きな土砂災害が発生した台風21号における災害発生前後の時間降水量を示したものである。なお、本データはアメダスデータが欠測しているため近隣の国土交通省(大台町宮川栗谷)のデータとなっている。図-3に示す台風12号による降雨と比較すると、台風12号は継続的に大きな降雨が続き5日間の累積雨量は記録的であったものの、時間最大降水量は平成16年の台風21号の120mm程度に対し80mm程度と小さくなっている。相澤ら¹⁾は平成16年台風21号による土砂災害に対し、その時の累積降水量、時間降水量の分布を求め、被害発生と降水量との関係について報告している。その報告では、土砂災害発生力所と累積雨量の分布には明瞭な関係が見られないもの、時間降水量において110mm～120mmの地域で土砂災害が多く発生することを述べている。しかし、今回の台風12号で見られた時間降水量が80mmを下回る領域においては土砂災害の発生は明瞭には認められていない。



図-40 紀宝町周辺の崩壊状況（神内）



図-41 大台町周辺の崩壊状況（東又谷）

現地調査を基に大台町周辺と紀宝町周辺における斜面の崩壊状況を比較してみると、紀宝町周辺では図-40に示すような比較的浅い崩壊が多数発生しており、平成16年の台風21号により旧宮川村で発生した崩壊の傾向と比較的似ている。これに対し、台風12号において大台町・紀北町周辺見られた崩壊は、図-41に示す東又谷の大規模崩壊のように表層ではなく深層まで至る崩壊で、両地点の崩壊形態は異なっているように思われる。また、図-39に示す平成16

年の台風21号による宮川での降雨は、図-2に示した台風12号によるアメダス新宮観測点と同様、比較的短時間に集中的な降雨が見られたのに対し、台風12号によるアメダス宮川観測点での降雨は、図-3に示すように長時間降雨が継続し、両地点は降雨の面でも傾向が異なると考えられる。

これらの点を考慮に入れ、台風12号による土砂災害を、短時間に集中的な降雨が見られた紀宝町周辺と、長期間にわたり大きな降雨が見られた大台町周辺に分け、気象庁が土壌雨量指数で使用している3段のタンクモデル(図-42)を用いて降雨による流出特性について比較を行ってみた。タンクモデルに使用したパラメータは表-2に示す値を用いた。図-43、図-44はアメダス新宮観測点および大台観測点の時間降水量データを基に求めた結果である。新宮では9月4日午前4時の時間131.5mm付近で1段目タンクの急激な上昇が見られるのに対し、宮川では長時間の連続的な降雨に伴い下段タンクの上昇が見られる。これらの結果から、紀宝町周辺では時間降水量130mmを越える集中的な降雨により、表層付近の流出量が増加し比較的浅い位置での斜面崩壊および土石流が発生した可能性が考えられる。これに対し、宮川周辺では長時間にわたる20mmから80mmの連続降雨により、地盤内の地中(地下)水の貯留量が増加し、これが大規模な崩壊に繋がった可能性が考えられる。

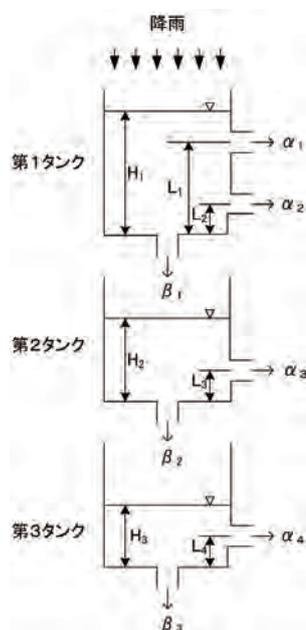


図-42 3段タンクモデル

表-2 タンクモデルに使用したパラメータ
(Ishihara and Kobatake(1979)²⁾)

	流出孔の高さ	流出係数	浸透係数
1 段目	$L_1=15, L_2=60$	$\alpha_1=0.1, \alpha_2=0.15$	$\beta_1=0.12$
2 段目	$L_3=15$	$\alpha_3=0.05$	$\beta_2=0.05$
3 段目	$L_4=15$	$\alpha_4=0.01$	$\beta_3=0.01$

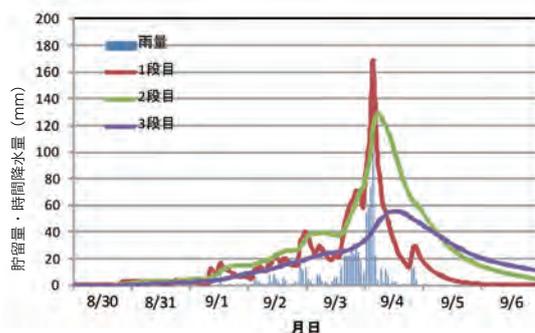


図-43 タンクモデルの計算結果(新宮)



図-44 タンクモデルの計算結果(宮川)

なお、本検討は、地形、地質、パラメータ等の検討を行っておらず、今後、これらの点を考慮し、降雨と崩壊パターンとの関係について検討することが必要であると考えられる。

5. 持山谷の治山堰堤の破損

持山谷川では、土石流によると思われる治山堰堤の破損および橋梁の流失が見られるとともに、宮川との合流点において向岸の宮川左岸に河川水が越流し、河床から10m程度の高さにある道路および家屋に大きな被害をもたらした。図-45はGoogleの空中写真による被災前の堰堤および橋梁周辺の状況である。図-46の被災前の堰堤の状況と、図-47に示す被災後の状況を比較すると、今回の降雨による土石流により、本堤工は大きく破損し激しい浸食を受けたと考えられる。また、崩壊した堰堤付近では土石流が堰堤を越え河床から20m程度の高さの林道面まで達しており、土石流による外力は設計を大きく越えて作用したことが考えられる。

ところで、崩壊源頭部付近では、平成16年9月の台風21号により崩壊が発生していたとの報告である。図-48の上図に示すGoogleによる災害前の空中写真を上流から中流まで繋げたものと、下図の国土地理院による災害後の空中写真とを比較すると、今回の災害により源頭部の崩壊力所を含めた領域が拡大され、河川幅も大きく広がっていること

が確認でき、今回の降雨により大規模な崩壊が発生し、これによる大量の土石流が下流に流下したことが推定される。



図-45 Google による被災前の状況



図-46 被災前の治山堰堤の状況
(三重県松阪農林商工環境事務所提供)



図-47 治山堰堤の被災状況



図-48 台風12号被災前後の持山谷川の状況

6. 始神谷のアンカー破損

始神谷では、平成16年9月の台風21号による斜面崩壊対策として6列138本のグラウンドアンカー工の施工が計画され、そのうち完成していた最上段の1列23本に破損等の被害が見られた。最上段1列23本のアンカーの完成時の状況を図-49に示す。図-50にアンカーの展開図を示す。施工されていたアンカーは、SFL-4で、定着時緊張力は設計アンカー力の524.5kN、アンカー自由長はA-1～A-8が8.5m、A-9～A-23が12.0mであった。目視による破損状況は、図-51に示すように多くのアンカーに破断、抜け出し、受圧板の落下、ずれ等が見られ、A-7以降のアンカーは崩壊土砂によって埋没していた、また、一部のアンカーから破断し飛び出したと思われるPC鋼より線が100m以上離れた地点で確認された。破断により飛び出したアンカー長は12m程度あり、アンカーの破断位置は定着部付近であると考えられる(図-52)。表-3に目視調査によるアンカー状況の一覧を示す。なお、A-7～A-23の崩壊土砂により埋没したアンカーは、リフトオフ試験時に三重県松阪農林商工環境事務所の協力で掘起こしを行い確認した。これらのアンカーのうち、図-50の赤丸で示す8本のアンカー対象に、SAAMジャッキを用いてリフトオフ試験³⁾を実施し、残存引張り力を求めるとともにアンカーの状況について検討を行った。図-53にSAAMジャッキを用いたリフトオフ試験時の状況を示す。表-4はリフトオフ試験の結果を示したものである。目視により一部のアンカーで引抜け、破断等が見られたA-5、A-15、A-22のアンカーは、残存引張り力が大きく低下しアンカーとして機能していないと考えられる。一方、目視で頭部に大きな損傷等が確認できないと判断され、PC鋼より線も4本すべて残っているアンカーは、定着時緊張力に対し140%程度の過緊張から40%の緊張力低下まで見られるものの、リフトオフを確認することは出来た。リフトオフが確認出来たアンカーのうち、図-54に示すA-2のアンカーは頭部キャップが破損しているものの、破損は周囲の状況から落石等の外的要因によるものではないと考えられる。この破損は、アンカー頭部のズレの状況を考慮すると、瞬間的なアンカーの抜き出しによって頭部キャップが破損した可能性が考えられる。また、頭部キャップに割れが見られるA-17アンカーについても同様状況であったと考えられる。



図-49 被災前のアンカー状況
(三重県松阪農林商工環境事務所提供)

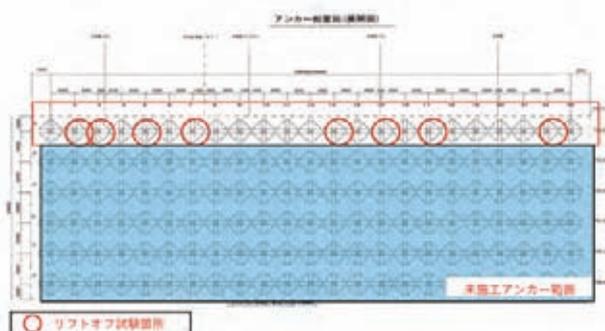


図-50 アンカーの展開図と調査アンカー



図-51 アンカーの変状状況



図-52 破断したアンカーの状況

表-3 アンカーの状況

アンカー番号	アンカー頭部	残 tendon 数	アンカー自由長	受圧板	備考
A-1	落下	0本	8.5m		
A-2	破損	4本	8.5m	ズレ	
A-3	有り	4本	8.5m		
A-4	破損	2本	8.5m	ズレ	飛出し 6.2m
A-5	破損	3本	8.5m	ズレ	飛出し 3.3m
A-6	破損	2本	8.5m	ズレ	
A-7	破損	3本	8.5m	ズレ	
A-8	落下	0本	12.0m		
A-9	落下	0本	12.0m		
A-10	落下	0本	12.0m		
A-11	落下	0本	12.0m		
A-12	有り	-	12.0m		
A-13	有り	4本	12.0m		
A-14	有り	-	12.0m	ズレ	
A-15	有り(ひび)	3本	12.0m	ズレ	
A-16	有り	-	12.0m		
A-17	有り(割れ)	4本	12.0m	ズレ	
A-18	落下	0本	12.0m		
A-19	破損	1本	12.0m		
A-20	破損	-	12.0m		
A-21	破損	2本	12.0m		
A-22	破損	3本	12.0m		
A-23	落下	0本	12.0m		

埋没



図-53 SAAM ジャッキによるリフトオフ試験

表-4 リフトオフ試験を行ったアンカーの状況

アンカー No.	アンカー緒元		残存引張り力 Pe(KN)	リフトオフ 確認	緊張率 Rpt(%)	
	アンカー規格	Td(KN)				Pt(KN)
A-2	SFL-4	524.5	524.5	312	○	59.5
A-3	SFL-4	524.5	524.5	523	○	99.7
A-5 ※	SFL-4	524.5	524.5	0		0.0
A-13	SFL-4	524.5	524.5	729	○	139.0
A-15 ※	SFL-4	524.5	524.5	65		12.4
A-17	SFL-4	524.5	524.5	200	○	38.1
A-22 ※	SFL-4	524.5	524.5	94		17.9



図-54 頭部キャップが破損した A-2 アンカー

7. おわりに

平成23年9月に来襲した台風12号による三重県内の被害状況について、中部地質調査業協会と地盤工学会中部支部の合同調査団を結成し調査を実施した。その結果、紀宝町を中心に河川の氾濫による農地、家屋等への甚大な被害が確認できた。地盤災害としては、紀宝町、御浜町、熊野市では表層付近の比較的浅い崩壊が多く、それに伴う土石流の発生も確認できた。さらに、大台町および紀北町では大規模な崩壊が発生し、それに伴う大量の土砂が河川へ流下するとともに、大規模な土石流の発生も見られた。その中で、大台町東又谷では崩壊幅が400m～500mに達する大規模な崩壊が発生していた。また、大台町持山谷では、土石流の流下により、下流の堰堤、橋梁および向岸の道路、家屋等に大きな被害を与えた。タンクモデルにより崩壊発生と降雨について検討を行った結果、紀宝町周辺の比較的浅い崩壊は130mmを越える時間降水量が、大台町周辺の大規模崩壊は、記録的な連続降雨による大きな累積降水量による影響の可能性が考えられたが、今後その原因について地形・地質等も含め十分な検討を行う必要があるものと思われる。大台町始神谷では、降雨による斜面崩壊により建設中であつたグラウンドアンカーに破損等の被害が見られた。SAAMジャッキを用いたリフトオフ試験による残存引張り力の調査より、アンカーの破断、引抜け等が見られるアンカーは機能を保持できていないと考えられた。

最後に本調査を実施するにあたり、国土交通省中部地方整備局紀勢国道事務所、三重県県土整備部、三重県環境森林部、三重県松阪農林商工環境事務所、(LLP)アンカーアセットマネジメント研究会にお世話になりました。記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 相澤泰造・酒井俊典・林拙郎：2004年台風21号る三重県宮川村の土砂災害、日本地すべり学会誌、47(1)、26-33、2010
- 2) Y. Ishihara and S. Kobatake: Runoff Model for Flood Forecasting, Bull. D.P.R.I., Kyoto Univ. 29, 27-43, 1979
- 3) 酒井俊典 編著：SAAM ジャッキを用いた既設アンカーのり面の面的調査マニュアル(案)、SAAM ジャッキを用いた効果的なアンカーのり面の保全手法の開発委員会、2010
- 4) 産業技術総合研究所地質調査総合センター(編)(2005) 20万分の1日本シームレス地質図データベースに加筆
- 5) この背景地図等データは、国土地理院の電子国土 Web システムから提供されたものである。
- 6) Google Earth 及び 国土地理院 HP「台風12号の大雨による被災状況を取りまとめた災害情報共有マップ及び撮影航空写真を公開」

