平成 23 年台風 12 号による三重県内の地盤災害合同現地調査に関する報告書

1. はじめに

平成23年9月の台風12号による紀伊半島を中心とした豪雨により各所で甚大な災害が発生し,三重 県内でも大きな被害が見られた.10月14日現在の三重県災害対策本部の報告では,表-1に示すような 被害状況の報告がなされている.また,9月21日現在の三重県内の治山関係の被害報告件数は表-2に 示す通りであり,事務所毎の被害報告件数は図-1に示すように,尾鷲,熊野などの南勢地域に集中して いる.地盤工学会中部支部と中部地質調査業協会はこれらの災害に対し合同で調査団を結成し,三重県 内の主な地盤災害カ所を中心に調査を実施した.本報告書は,三重県の担当者からの聞き取りにより県 内の比較的大きな災害発生カ所と思われる地点を選定し,調査を行ったものを取り纏めたものである.

表-1 台風 12 号による三重県の被害状況(三重県災害対策本部 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		
農林商工部被害	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		

表-2 治山関係の被害報告件数(9/21 現在)

事務所	市町		件数
四日市	菰野町		5
	いなべ市		3
	四日市市		2
	亀山市		1
津	津市	美杉町	12
		白山町	1
松阪	松阪市	飯高町	26
		飯南町	3
	大台町		25
伊賀	伊賀市		15
	名張市		6
伊勢	大紀町		17
	度会町		2
尾鷲	紀北町		12
	尾鷲市		11
熊野	熊野市		33
	紀宝町		18
	御浜町		6
計			198



図-1 事務所毎の被害報告件数

2. 調査地点

調査カ所を図-2 に示す. 調査は平成 23 年 9 月 27 日, 28 日および 11 月 4 日に実施し, 調査地点は比較的大きな災害が見られた箇所を中心に, 9/27 が紀宝町, 御浜町, 熊野市, 9/28 が津市, 大台町, 11/4 が紀北町, 大台町について行った. 調査を実施した地点の地質は, 紀宝町では熊野酸性岩, 御浜町では熊野層, 熊野市では四万十帯および熊野酸性岩, 紀北町では四万十帯, 大台町では秩父帯および三波川帯, 津市では領家帯となっている (図-3).



図-2 調査箇所 (Google)



図-3 調査箇所の地質(GeoMapDB)

3. 調査団メンバー

合同調査団の参加者を表 3 に示す.参加者は、9/27 が 15 名、9/28 が 13 名、11/4 が 6 名であった.

氏名	所属	9月27日	9月28日	11月4日
相澤泰造	三重大学	0	0	0
岡島賢治	三重大学	0	0	0
奥村建夫	東邦地水(株)	0	0	0
小高 猛司	名城大学	0	×	×
酒井俊典	三重大学	0	0	0
関口尚志	明治コンサルタント(株)	0	0	×
徳間伸介	川崎地質(株)	0	0	×
中野 正樹	名古屋大学	0	×	×
中谷 仁	(株)日さく	0	0	×
野田 利弘	名古屋大学	0	×	×
長谷川謙二	玉野総合コンサルタント(株)	0	0	0
服部康浩	応用地質(株)	0	0	×
濱本拓志	ダイヤコンサルタント(株)	0	0	×
伏屋行雄	日特建設(株)	0	0	×
由井恒彦	松阪鑿泉(株)	0	0	0

表-3 調査団メンバー(五十音順)

4. 災害調査地点の状況

(1) 紀宝町浅里·高岡付近

図・4 に Google による調査地点付近の空中写真および位置を示す.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.本地点では,図・5 に示すように, 今回の豪雨による河川の増水・氾濫により,電線に木の根等の付着が確認できるとともに,浅里では家 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,道路の浸食などの大きな被害が見られ た.また,高岡地区では図・6 に示す相野谷川の輪中堤の崩壊による被害も見られた.地盤災害としては, 浅里地区において図・7 に示す家屋裏山に崩壊が発生し,家屋の倒壊等の被害が見られた.この斜面崩壊 箇所の崩壊面に分布する花崗斑岩は,丸みを帯び巨礫状をなすコアストーンとマサが混在していた.大 和田川では土石流が発生し,和田ではこの土石流による被害が見られた(図・8).図・9 に示す国土地理院 による空中写真では,この土石流の源頭部は約2.5km上流であると考えられる.また,この空中写真よ り紀宝町周辺では谷筋沿いに多数の崩壊が発生したことが確認できる.



図-4 調査地点付近の空中写真および位置(Google, GeoMapDB)



図-5 浅里周辺の状況



図-6 輪中堤の状況



図-7 浅里の崩壊状況

図-8 大和田川の土石流の状況



図-9 浅里周辺の空中写真(国土地理院)

(2) 紀宝町神内(県道鵜殿熊野線)

図-10 に Google による調査地点付近の空中写真および位置を示す. 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。本地点では, 今回の豪雨によ り図-11 に示す幅 15m 程度, 延長 100m 程度の斜面崩壊が発生し, その下部の道路のり面に崩壊が続い ていた.本地点の崩壊は表層の比較的浅いものであった.また, 図-12 に示すように向かい側斜面におい 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.本地点の崩壊面 に分布する花崗斑岩は丸みを帯び巨礫状をなすコアストーンとマサが混在していた.



図-10 調査地点付近の空中写真および位置(Google, GeoMapDB)



図-11 崩壊状況



図-12 崩壊状況

(3) 御浜町阪本

図-13 に Google による調査地点付近の空中写真および位置を示す. 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 がなされており,調査時には図-14 に示すように一部の水抜きボーリング孔からの排水が見られた. 林道 沿いでは図-15 に示すような表層付近の崩壊が数カ所で見られるとともに, 図-16 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 調査地点付近の空中写真および位置(Google, GeoMapDB)



図-14 水抜き工の状況

図-15 崩壊状況



図-16 崩壊状況

(4) 熊野市五郷町(桑谷川)

図-17 に Google による調査地点付近の空中写真および位置を示す. 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. 調査地点付近では,図-18 に示すように東部付近からブロック崩壊 的な崩壊が見られ,1m以上ある比較的大きな岩塊が桑谷川を流下し堆積していた. 崩壊地点付近で見ら れる岩塊の大きさは2mを越えるものも見られた. 崩壊面付近では砂岩が優勢であるものの,桑谷川を 挟んだ右岸側では図-19 に示すように泥岩が確認できる.



図-17 調査地点付近の空中写真および位置(Google, GeoMapDB)



図-18 崩壊状況



図-19 砂岩と泥岩の境界の状況

(5) 紀北町鍛冶屋又

図-20 に Google による調査地点付近の空中写真および位置を示す.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、大規模な崩壊が見られ、 源頭部付近ではこの崩壊に伴うと思われる図-21 に示すような高さ 35m 程度の崩壊土砂の堆積が見られ る.またこの堆積土砂には図-22 に示すようなかなり大きな移動土塊も存在する.この崩壊土砂は図-23 に示すように河道形成により大きな浸食を受けており、降雨時に一挙に土砂が下流に流下したと思われ る.崩壊により堆積した土砂の浸食高さは 10m 以上で、一部では 20m 程度となっている箇所も存在す る. また, 下流では図-24 に示すように土石流により河道に多量の土石が堆積し, 川幅が 30m 以上とな っている箇所も見られる. 土石流による河川両岸の浸食は著しく, 図-25 に示すよう現在の川底から 7~ 8mの位置まで浸食を受けていた.



図-20 調査地点付近の空中写真および位置(Google, GeoMapDB)



図-21 土石の堆積状況

図-22 移動土塊の状況



図-25 河川の浸食状況

(6) 大台町始神谷

図・26 に Google による調査地点付近の空中写真および位置を示す. 調査地点付近の地質は, 三波川帯 の結晶変岩を基盤としている.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崩壊頭部付近にロックボルト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,尾根付近からの図・27 に示すような崩壊により,建設中であったグラウンドアンカーに破損 が見られた.グラウンドアンカーは6列138本の施工予定のうち1列23本のみが施工されており,破損 状況は図・28 に示すように頭部落下に伴う受圧板の落下が1カ所,アンカーテンドンの飛び出しが2カ所 であった.アンカーテンドンの飛び出しは,4本より線のうち1本のみでその長さは6m程度であった. なお,図・29 に示すように多くのアンカーは土砂に埋没あるいは消失していた.



図-26 調査地点付近の空中写真および位置(Google, GeoMapDB)



図-27 崩壊状況



図-28 アンカーの破損状況

図-29 アンカーの埋設状況

(7) 大台町東又谷

図・30 に Google による調査地点付近の空中写真および位置を示す. 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・31 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の堆積が見られる. また, 図・32 に示すように大量の土砂の下流への流下が認められ, 土砂の堆積により河川幅が 50m 以上となっている 箇所が存在する. 図・33 に示すように河川両岸は土石流による浸食が激しく, 一部は高さ 20m 以上まで 浸食の影響が見られる. また, 図・34 に示すように林道のり面ののり枠および補強土壁にも大きな損傷が 見られる. 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 箇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, 宮川への土砂の流下はある程度抑えられていた(図・35). 本地点では, 平 成 19 年 7 月に撮影された Yahoo の空中写真(図・36) では源頭部北側に崩壊が確認できる. 今回この付 近を撮影した国土地理院の空中写真(図・37) と比較すると, この崩壊を含めた南側で大規模な崩壊が発 生したと考えられる. また, 図・38 に示すように, 本崩壊箇所の等高線形状は周辺と異なっている.



図・30 調査地点付近の空中写真および位置(Google, GeoMapDB)



図-31 崩壊状況および土石の堆積状況



図-32 河川の堆積状況



図-33 河川の浸食状況



図-34 林道の被害状況

図-35 堰堤への土石と下流の状況



図-36 平成 19 年 7 月撮影時の空中写真(Yahoo)



図-37 国土地理院撮影による空中写真



図-38 崩壊付近の等高線(国土地理院)

(8) 大台町持山谷川

図・39 に Google による調査地点付近の空中写真および位置を示す. 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。本地点では図・40 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,これに伴う土石流によって大量の土砂が下流に流下した. 宮川合流点付近では図・41 に示すように,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が流出した.また,土石流の影響により対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などに大きな被害が発生した(図・42).図・43 は Google の空中写真による災害前の堰堤および橋梁周辺の状況を示したものである.図・44 に示すように崩壊した堰堤付近での河川の浸食は著しく,また,この付近の土石は堰堤を越え河床から 20m 程度の高さの道路面まで達している.図・45 に示すように,堰堤は本堤工の前に副ダム工があり,副ダム工は土石流により埋没していたとの報告である.また,本堤工は土石流により破損し激しい浸食が見られる.

本地点では平成16年9月の台風21号により崩壊が発生したとの報告である.図-46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,図-47に示す国土地理院による災害後の空中写真と比較すると、今回の災害により頭部の崩壊箇所が拡大し河川幅も広がっていることが確認できる. また、図-48の災害前の空中写真では、崩壊頭部から中流にかけ今回の災害前にすでに河川に土砂の堆積があったことが確認できる.今回の調査で中流付近では、図-48に示すように堆積土砂は大きく浸食されていた.また、下流にかけ土石流によると考えられる河川両岸の浸食は図-49に示すように著しく、一部では浸食の影響が高さ20m以上まで見られ、林道等の施設にも大きな被害を及ぼしていた.



図-39 調査地点付近の空中写真および位置(Google, GeoMapDB)



図-40 崩壊,浸食の状況

図-41 宮川合流点付近の状況



図-42 対岸の状況

図-43 被災前の空中写真 (Google)



図-44 堰堤付近の浸食と土石の状況

図-45 堰堤の破損状況



図-46 上流から中流の災害前の空中写真(Google)



図-47 国土地理院の災害後の空中写真



図-48 堆積土石の浸食状況

図-49 河川の堆積,浸食の状況

(9) 津市美杉町石名原(所谷川)

図-50 に Google による調査地点付近の空中写真および位置を示す. 調査地点では,所谷川上流で発生 した土石流が河川を流下し,図-51 に示すように国道 368 号にかかる橋梁を破損させるとともに,その 周辺の家屋に大きな被害を及ぼした. 調査地点に流下した土石は,領家帯に属する花崗岩・片麻岩を多 く確認できる.



図-50 調査地点付近の空中写真および位置(Google, GeoMapDB)



図-51 被害状況

5. 大台町周辺の大規模崩壊と降水量との関係

三重県内では山腹の大規模崩壊が,紀北町鍛冶屋又,大台町東又谷および大台町持山谷で見られた. これら大規模崩壊のあった3地点を見ると,図-52に示すように地質的に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、それらの発生位置は比較的近い地点に集中している.図-53は、 アメダスデータを基に平成23年9月1日から5日の累積降雨分布を示したものである. 三重県では宮川 観測点で1500mmを越えており、これらの大規模崩壊が発生した周辺で特に累積降雨量が多くなってい る.図-54,図-55は過去10年間の月間降水量を宮川観測点および、大きな被害が見られた紀宝町に近い 新宮観測点について示したものである.宮川観測点と新宮観測点を比べると,特に台風21号による災害 が見られた平成16年9月および今回平成23年9月の降水量が宮川観測点で特筆する値となっている。 今回平成 23 年の豪雨では, 台風 15 号も含め 9 月の 1 ヶ月間に 2452mm の降水が見られ, これは月間累 積降水量として観測史上1位であり,2位の1468mmと比べて1000mm程度も多い記録的なものであっ たといえる.図-56は、平成16年9月の台風21号時および今回平成23年の土砂災害発生前後の時間降 水量を示したものである.なお,平成16年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。今回平成23年の累積雨量は記録的であったものの、時間最大降 水量は台風 21 号により多数の災害が発生した平成 16 年の 120mm 程度に対し, 今回平成 23 年は 80mm 程度と小さくなっている.図-57 は林氏・相澤氏らが作成した平成 16 年台風 21 号による土砂災害箇所 と、その時の累積雨量、時間降水量の分布を示したものである. 図中の赤で示した土砂災害発生箇所と 累積雨量の分布とには明瞭な関係が見られないもの、時間降水量においては 100mm 以上の領域で土砂 災害の発生が多く見られる.しかし、時間降水量が80mmを下回る領域での土砂災害の発生は明瞭には 認められない.現在までの調査において、大台町周辺では平成16年の台風21号に比べ土砂災害の発生 件数は少ない傾向にあり、これは時間降水量が 100mm を下回っていたことが原因ではないかと考えら れる. ところで, 宮川周辺では上述のように今回の台風 12 号による降り始めからの累積降水量が 1630mm と記録的に多かった. 今回の大規模崩壊が発生した地点とこの累積降水量が記録的に多かった 地域とを比較すると対応が見られ、大崩壊の原因として記録的な累積降水量が影響した可能性が考えら れる.

ところで,紀宝町浅里周辺の空中写真では谷筋沿いに多数崩壊が確認されている.図-58 に示す紀宝町 に近い新宮観測点での今回の台風 12 号による時間降水量の最大は 120mm を越えており,これらの地域 においては時間降水量 100mm を越える降雨が,斜面崩壊あるいは土石流の発生原因になった可能性が 考えられる.



図-52 大規模崩壊発生地点と地質 (GeoMapDB)

図-53 平成23年9月1ヶ月の累積降水量 (国土地理院地図に記入)



図-54 宮川観測点の月間降水量

図-55 新宮観測点の月間降水量

2010



図-56 宮川観測点の時間降水量







図-57 累積降水量,時間降水量と被害地点 (平成16年台風21号,林氏・相澤氏資料:赤丸が災害カ所,等降水量線は林ほか(2005))



図-58 新宮観測点の時間降水量(2011年)

6. おわりに

三重県内における台風12号による災害調査を、地盤工学会中部支部と中部地質調査業協会の合同で実施した.その結果、紀宝町を中心に豪雨による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およびそれに伴う土石流の発生が多数確認できた.また、大台町始神谷では斜面崩壊により建設中であったグラウンドアンカーの破損等の被害が確認できた.さらに、大台町および紀北町では尾根頭部からの大規模な崩壊が発生し、それに伴う大量の土砂の河川への流下・堆積が見られるとともに、大規模な土石流の発生により下流に大きな被害が発生したことが確認できた.特に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、橋梁および対岸の家屋に大きな被害を与えた.今回被害を受けた家屋および橋梁は、河床から10m程度以上の高い位置にあることから、土砂災害警戒区域(イエローゾーン)の適用外の場所であると考えられ、今後区域設定および指定に対しこれらの点を考慮に入れることの必要性について示唆するものであると思われる.

また,崩壊発生箇所の降水量について検討を行った結果,紀宝町周辺では 100mm 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と考える.

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、三重県県土整備部お よび三重県環境森林部にお世話になりました.記して感謝申し上げます.