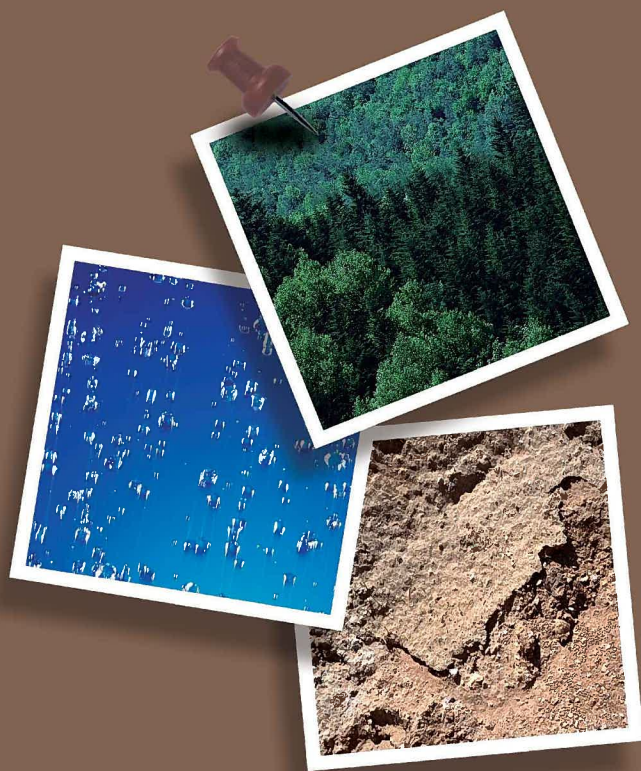


【第七章】
災害の発生要因



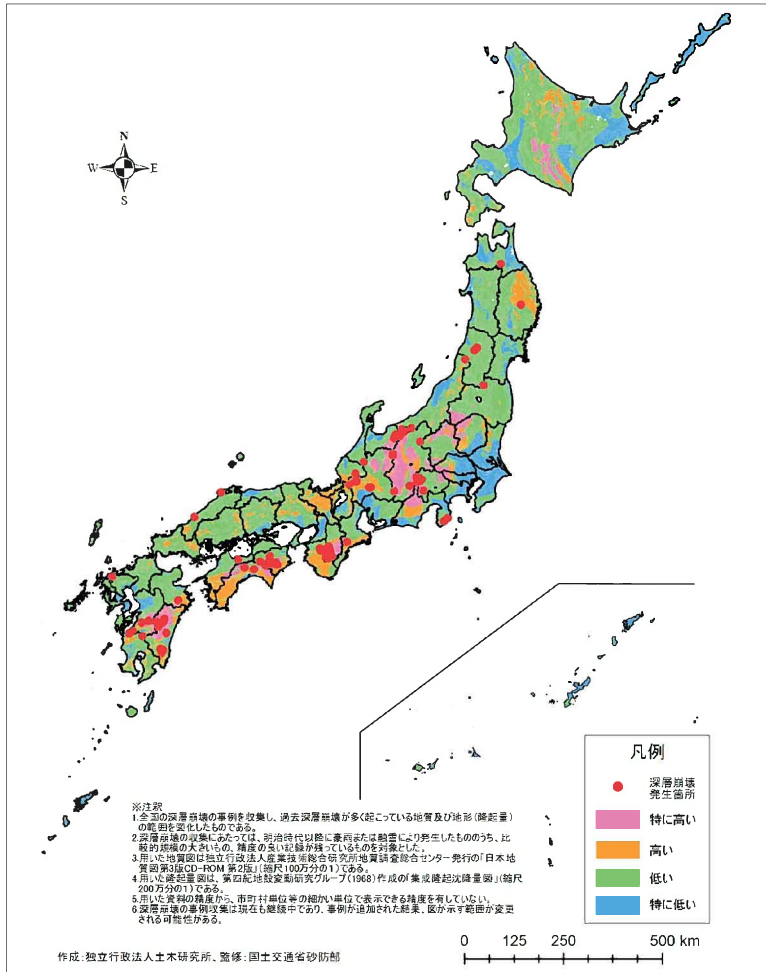
【第七章・一節】

土砂災害及び河道閉塞等の概要

国土交通省においては、地形及び地質条件や過去の深層崩壊の発生頻度などから、次のような深層崩壊推定マップが作成されており、奈良県と和

歌山県、三重県の県境付近は推定頻度が「特に高い」地域とされている。

深層崩壊推定頻度マップ

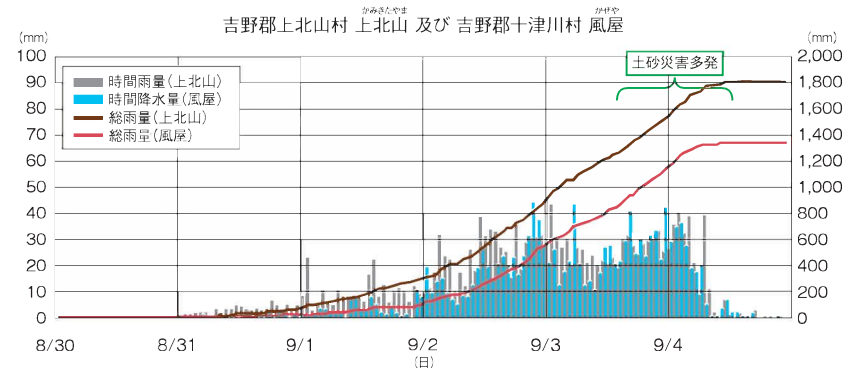


【出典】国土交通省・砂防部 (http://www.mlit.go.jp/river/sabo/deep_landslide/deep_map.pdf)

今回の台風12号では、奈良県上北山村を中心
に記録的な豪雨を観測した。

降水量時系列図（アメダス：8月30日～9月4日）

【資料】気象庁HP



県内3地点の降水量比較

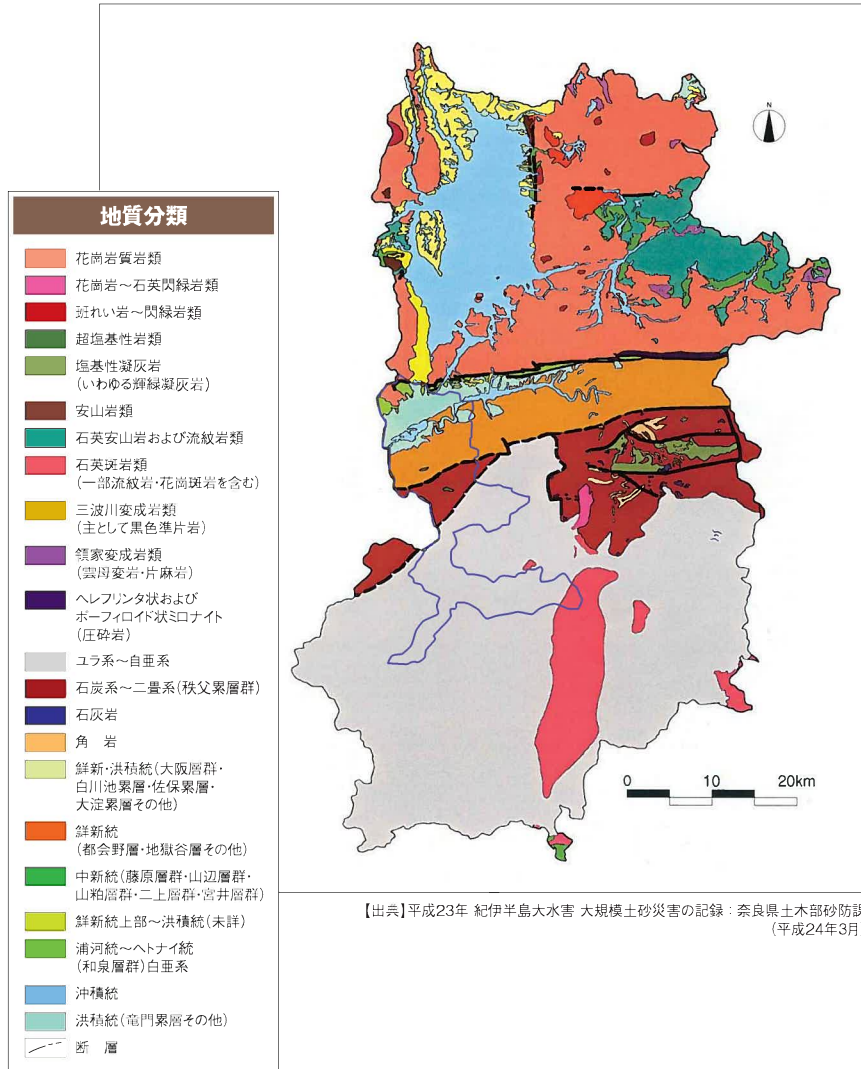
【資料】気象庁HP ※赤字は歴代1位を更新

観測所名	時期	1時間降水量	24時間雨量	72時間雨量
かぜや 風屋 (十津川村)	台風12号 (平成23年8月30日～9月4日)	44.5mm (平成23年9月2日)	648.5mm (平成23年9月4日)	1,303mm (平成23年9月4日)
	既往最大	62mm (平成21年8月10日)	468mm (平成9年7月27日)	550mm (平成9年7月28日)
かみきたやま 上北山 (上北山村)	台風12号 (平成23年8月30日～9月4日)	46mm (平成23年9月3日)	697.5mm (平成23年9月3日)	1,652.5mm (平成23年9月4日)
	既往最大	81mm (平成16年8月5日)	714mm (平成16年8月5日)	945mm (平成11年8月7日)
なら 奈良 (奈良市)	台風12号 (平成23年8月30日～9月4日)	14.5mm (平成23年9月4日)	74.5mm (平成23年9月2日)	149mm (平成23年9月4日)
	既往最大	79mm (平成12年5月13日)	161mm (昭和57年8月3日)	342mm (昭和57年8月3日)

また、南部吉野山地の地質は、海洋プレートの沈み込みによって形成された付加体と呼ばれる泥岩

や砂岩を主とし、全体的に北方向に傾斜した地質構造となっている。

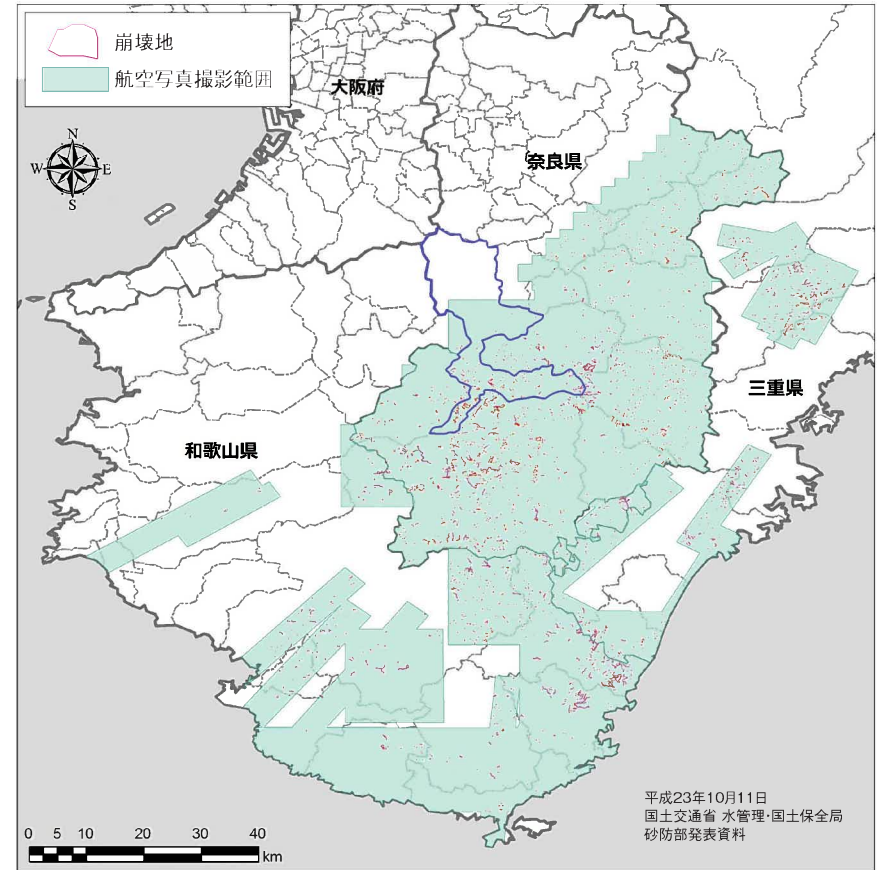
奈良県の地質図



航空写真の判読結果によると、降雨の集中した奈良県南部では約1,800箇所もの山腹崩壊等による土砂移動が確認されている。

特に土砂災害等が集中した南部吉野山地の地形は、1,000～1,900m級の山岳が連なり谷部は急峻である。

山腹崩壊地等位置図

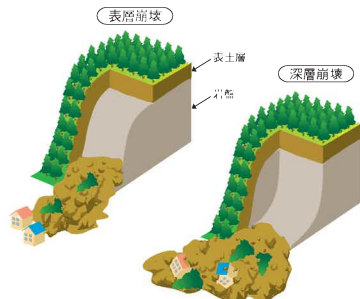


【出典】平成23年 紀伊半島大水害 大規模土砂災害の記録：奈良県土木部砂防課(平成24年3月)

奈良県の南部吉野山地では、紀伊半島大水害によって「深層崩壊」と考えられる大規模な斜面崩壊が多数発生し、五條市大塔町内においても、多

量の崩壊土砂が河川をせき止める「河道閉塞」が発生した。

表層崩壊と深層崩壊の模式図



【出典】平成23年 紀伊半島大水害 大規模土砂災害の記録：奈良県土木部砂防課(平成24年3月)

河道閉塞の模式図



<大塔町辻堂地区>



【出典】平成23年 紀伊半島大水害 大規模土砂災害の記録：奈良県土木部砂防課(平成24年3月)

<大塔町宇井地区>



【第七章・二節】

明治十津川災害における 深層崩壊・河道閉塞等の概要

台風12号災害で甚大な被害を受けた奈良県南
部付近は、明治22年の明治十津川大水害でも深

層崩壊及びそれに伴う新湖(河道閉塞)が多数発
生した実績が既往文献等で整理されている。

<明治十津川大水害の概要>

- 【発生日時】 1889年(明治22年)8月18日~20日
- 【発生原因】 四国沖に停滞していた台風が北上
→太平洋から吹く南風が紀伊山地から吉野地方に豪雨をもたらした。
- 【降雨量】 8月19日の24時間降水量→1,000mm超
1時間降水量→130mm

【被害の全容】

明治十津川大水害時の被害状況

	旧宇智郡、吉野郡管内	うち旧十津川村内
大規模崩壊	1,146箇所	1,080箇所
河道閉塞形成数	53箇所	37箇所
死者数	245名	168名
流出・全壊家屋	824戸	610戸
農地被害	不明	全体の70%以上

【新十津川村への移住者】

2,667名(旧十津川村からの移住戸数641戸)

その中でも崩壊発生箇所の「位置」「規模」等の特定には、(1)吉野郡水災誌、(2)平野他(1991)*1、(3)田畑他(2001)*2が有効な資料であると考えられ、以下にその概要を示す。

*1: 平野昌繁、島津俊之、野尻亘、奥田節夫。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——、人文地理第43号第5号、1991年10月28日発行

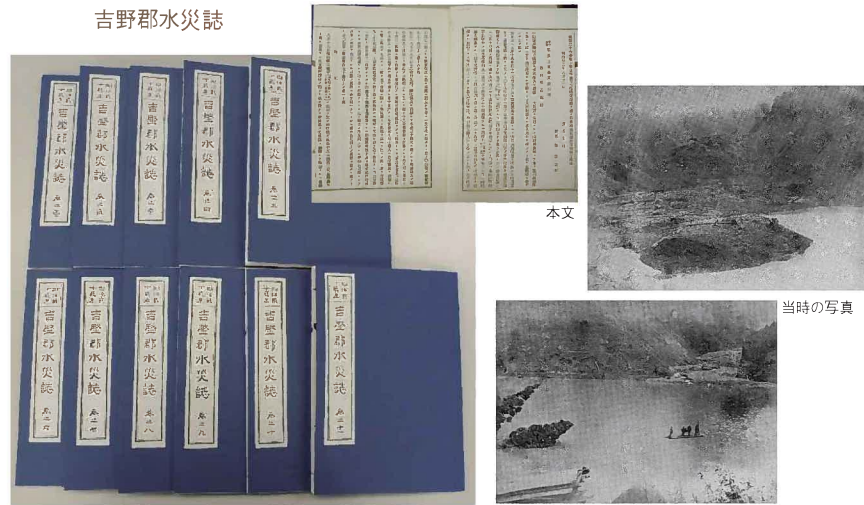
*2: 田畑茂清、井上公夫、早川智也、佐野史織。降雨により群発した天然ダムの形成と決壊に関する事例研究——十津川災害(1889)と有田川災害(1953)——、砂防学会誌vol.53、No.6、p.66~76、2001

(1) 吉野郡水災誌

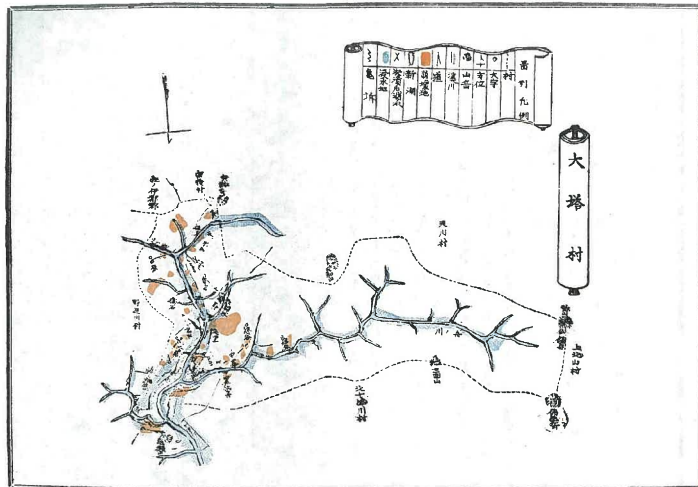
吉野郡水災誌は、明治十津川大水害後に当時の宇智吉野郡役所で作成された水害資料である。本書は、全11巻に渡り当時の状況が克明に記録されている。特に「山崩水漲河流壅塞」の項で崩

壊発生箇所が小字名で記録され、かつ発生時刻と規模が記載されている。また、巻頭には当時の写真や崩壊発生箇所位置図が添付されており、新湖が形成されている様子も表現されている。

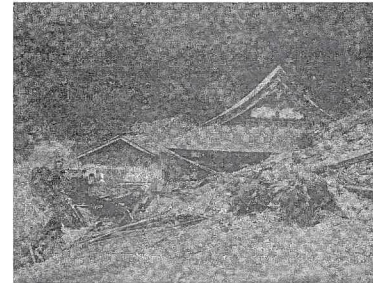
吉野郡水災誌



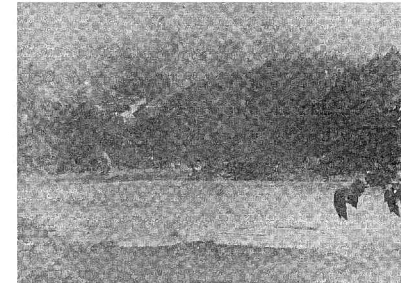
吉野郡水災誌全11巻



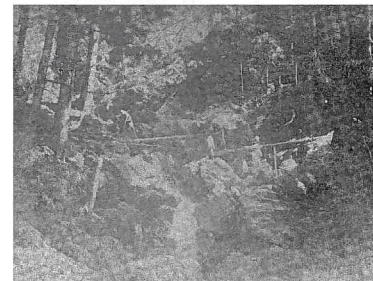
崩壊発生箇所位置図



大字辻堂の浄祿寺山崩れのため半ば埋没せし図



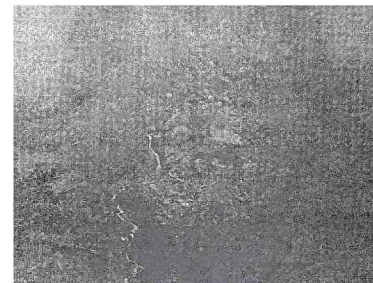
大字河原日山崩れの為中津川を閉塞し為めに一大湖水となりし景



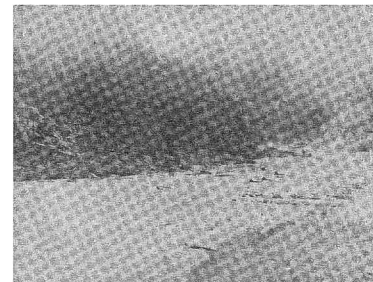
大字辻堂の鳴岩にて通路の為め石へ丸太橋を架する図



大字河原日山崩れの為中津川を閉塞し一大湖水をなせし処、九月七日堤防破壊し湖水一時に出る切口の図



大字辻堂の崩谷山崩れの為め住屋を埋没し住民死したる図



大字宇井洪水の為め民屋一戸も残さず流失し惨状の甚しき所

(2) 平野他(1991)

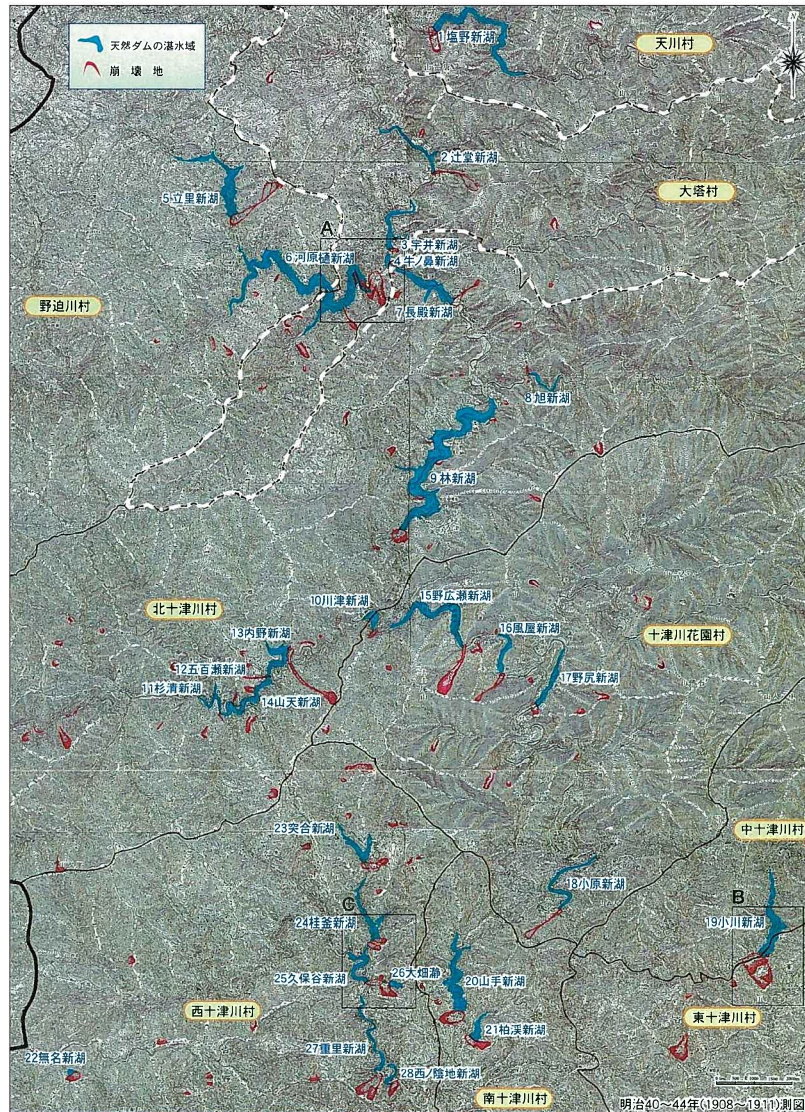
平野他(1991)によると、「明治44年測量の1/50,000地形図に記入された崩土記号は明治22年の大規模な崩壊地に概ね良く対応すること、1953年撮影の林野庁による空中写真(縮尺約1/20,000)の判読と現地調査によれば、大規模なものは現在もその地形をとどめていること、地質構造との関連では大規模崩壊の多くは流れ盤斜面で発生している事、などが確認された。」とあり、収集した旧版地形図を判読の基図に用いることは妥当であると判断される。

(3) 田畑他(2001)

田畑他(2001)では、吉野郡水災誌をもとに現地調査を行い、特に新湖(天然ダム)を形成した箇所について、その位置と諸元が整理されている。

五條市大塔町内においては、明治十津川大水害による深層崩壊等によって「辻堂新湖」、「宇井

新湖」、「河原樋新湖」が形成されたことが確認される。



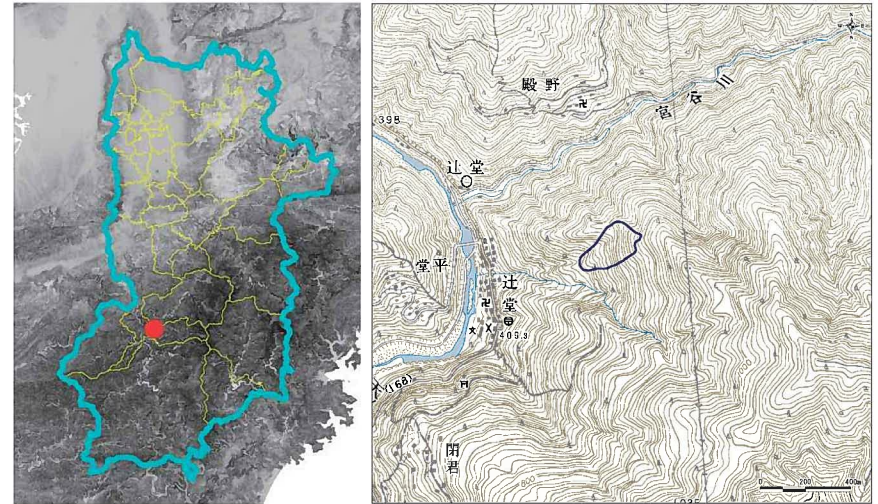
旧版地形図の読図による十津川災害時の天然ダム多発地点(田畑他, 2001)
【出典】天然ダムと災害(田畑他, 2002)

【第七章・三節】 明治十津川大水害による 新湖形成の諸元等

明治十津川大水害によって五條市大塔町内においては、「辻堂新湖」、「宇井新湖」、「河原樋新

湖」が形成されており、その崩壊諸元、河道閉塞諸元等の概要を以下に示す。

(1) 辻堂新湖(十津川災害1889年)



	単位	諸元
流域面積(A1)	km ²	276
水系次数	—	6
勾配	—	上流(1/110)、下流(1/150)
地質	—	四万十層
誘因と土砂移動の形態	—	土石流
発生源面積(A2)	m ²	4.6E+05
移動土塊量(V1)	m ³	2.3E+07
水平距離	m	1,500
比高	m	740
堰止高(H1)	m	18
堰止幅(D)	m	88
堰止長(L)	m	450
堰止土量(V2)	m ³	3.6E+04
湛水高(H2)	m	18
湛水面積(A3)	m ²	1.3E+05
湛水量(V3)	m ³	7.8E+05
継続時間	S	3.6E+03



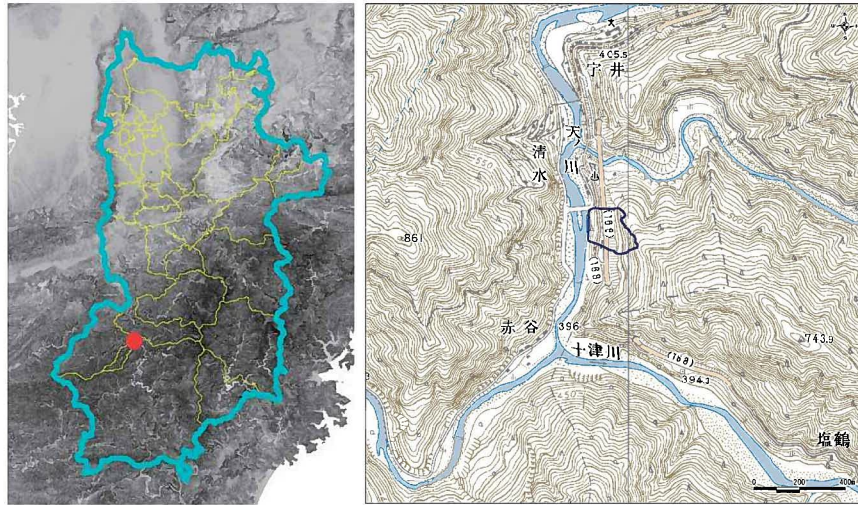
平成24年8月11日 崩壊地の谷の出口
治山ダム(谷止工、床固工)が設置されている。



平成24年8月11日 崩壊地の谷出口
巨大転石群からなる。新しい崩壊土砂は見られない。

【出典】天然ダムと災害(田畑他, 2002)

(2) 宇井新湖 (十津川災害1889年)



	単位	諸元
流域面積 (A1)	km ²	282
水系次数	—	6
勾配	—	上流 (1/300)、下流 (1/350)
地質	—	四万十層
誘因と土砂移動の形態	—	崩壊・地すべり
発生源面積 (A2)	m ²	1.1E+05
移動土塊量 (V1)	m ³	1.6E+06
水平距離	m	430
比高	m	260
堰止高 (H1)	m	10
堰止幅 (D)	m	130
堰止長 (L)	m	380
堰止土量 (V2)	m ³	2.3E+05
湛水高 (H2)	m	10
湛水面積 (A3)	m ³	2.8E+05
湛水量 (V3)	m ³	9.3E+05
継続時間	S	1.8E+04



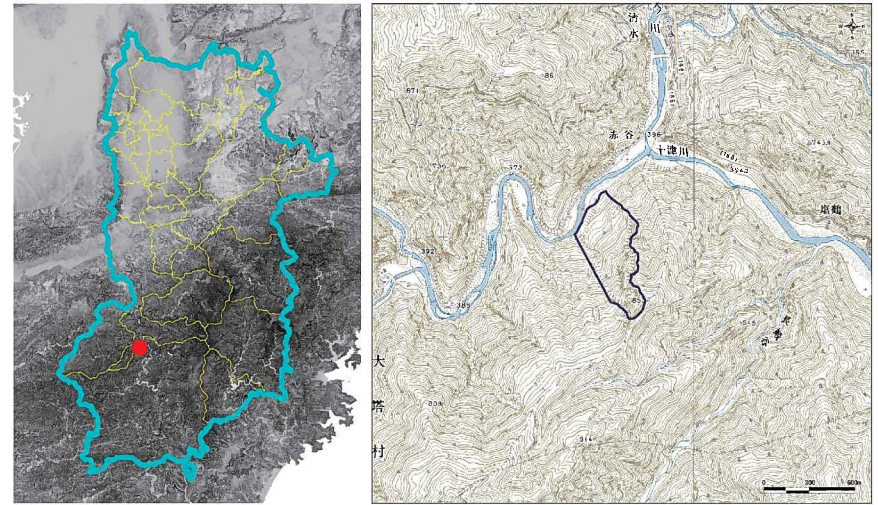
平成24年5月23日 対象崩壊地全景



平成24年5月23日 滑降崖下の崩積土状況
砂岩、泥岩岩屑を多く含む礫混り土

【出典】天然ダムと災害(田畑他, 2002)

(3) 河原樋新湖 (十津川災害1889年)



	単位	諸元
流域面積 (A1)	km ²	154
水系次数	—	6
勾配	—	上流 (1/77)、下流 (1/125)
地質	—	四万十層
誘因と土砂移動の形態	—	崩壊・地すべり
発生源面積 (A2)	m ²	1.3E+05
移動土塊量 (V1)	m ³	2.6E+07
水平距離	m	850
比高	m	450
堰止高 (H1)	m	80
堰止幅 (D)	m	530
堰止長 (L)	m	750
堰止土量 (V2)	m ³	1.3E+07
湛水高 (H2)	m	80
湛水面積 (A3)	m ³	1.5E+06
湛水量 (V3)	m ³	4.0E+07
継続時間	S	1.5E+06



平成24年5月23日
明治22年の(旧)崩壊地と平成23年の(新)崩壊地全景



平成24年5月23日 (旧)崩壊による土塊と剪断帯
崩積土に含まれる移動土塊の下部に
厚さ1.4mの剪断組織が見られる。
(旧)崩壊のすべり面に相当。
すべり面は【N70W、46N】の走向・傾斜を示す。

【出典】天然ダムと災害(田畑他, 2002)

【第八章】

まとめ

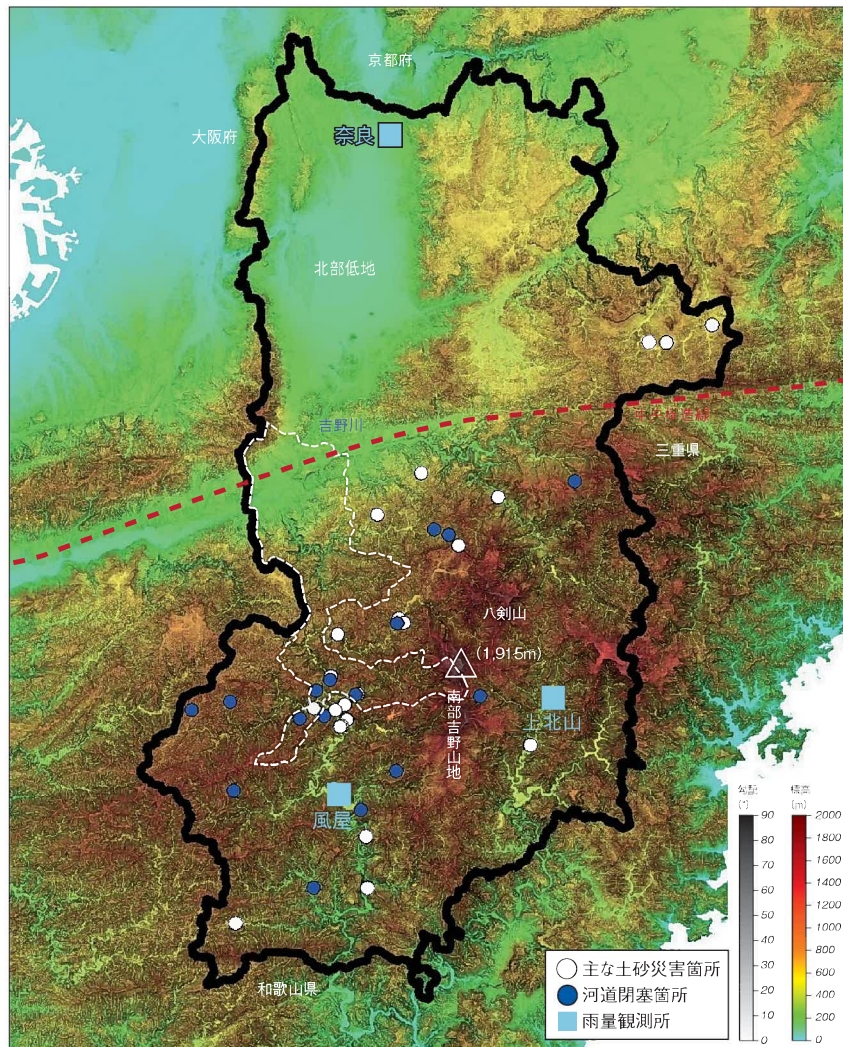


【第八章・一節】 深層崩壊の主な特徴

最も降雨が集中した上北山村周辺よりも風屋観測所付近で崩壊地が集中的に分布する傾向が認められた。

崩壊を引き起こした誘因は台風12号による豪雨といえるが、降雨の集中域と崩壊分布が一致しないことから、主に以下の2点について検討が必要がある。

主な土砂災害箇所



(1) 雨慣れの影響

上北山村付近は日本有数の多雨地帯として知られており、年間降水量は約2,700mmにも及ぶ。上北山村付近は紀伊半島の中でも特に急峻な地形が分布しており、標高1,500mを超える山々に囲まれた地域である。このため、太平洋側から北上してくる台風や雨雲の影響を強く受けていると考えられる。

上記より、上北山村付近が最も降雨の集中域だったのにもかかわらず、崩壊発生が他地域よりも少なかったのは、いわゆる「雨慣れ」により、降雨に対する耐性が強い地域だったからと推察される。

(2) 素因(地形・地質条件等)

本地域では四万十帯と呼ばれる付加体が分布しており、厚い風化層や微褶曲が卓越する複雑な地質構造を形成している。

また、既往報告より、崩壊発生場所は主として流れ盤構造が多いことが分かっている。それに加え、岩盤クリープ斜面や山頂緩斜面、二重山稜や小産地形も多数認められ、崩壊発生に寄与する微地形が発達する地域といえる。

上記より、もともと脆弱な素因条件を有しており、ある程度の降雨があれば崩壊が頻発する可能性が高い地域と考えられる。

ここでは、「(1) 雨慣れの影響」に着目し、気象庁の雨量観測データをもとに、年超過確率評価を行った。

その結果、主に以下の点について確認することができた。

- 上北山観測所では、最大72時間雨量で年超過確率100~200年程度であった。多雨地域であるにもかかわらず、3日間で年間の約6割が降ったことになり、観測史上最大の降雨であった(年間降水量約2,700mmに対して72時間で1,650mmを観測)。

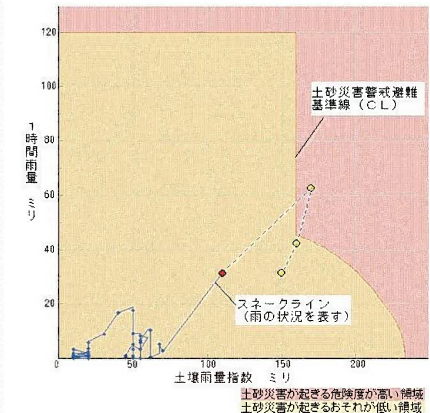
- 風屋観測所では、年超過確率評価を行った結果、最大時間雨量を除く最大24・48・72時間雨量で極端に大きな値が得られた。これは、観測史上最大を大きく更新するような降雨であったことを示している。この極めて稀な豪雨により、風屋観測所付近で崩壊が集中したと考えられる(素因による影響についても別途評価する必要あり)。

- 五條観測所(上記2観測所よりも北部に位置する)では、大した降雨が観測されていないことから、五條観測所より南部の紀伊山地において降雨が集中したと考えられる。

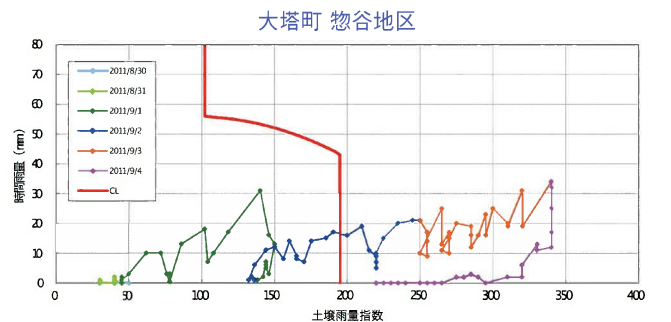
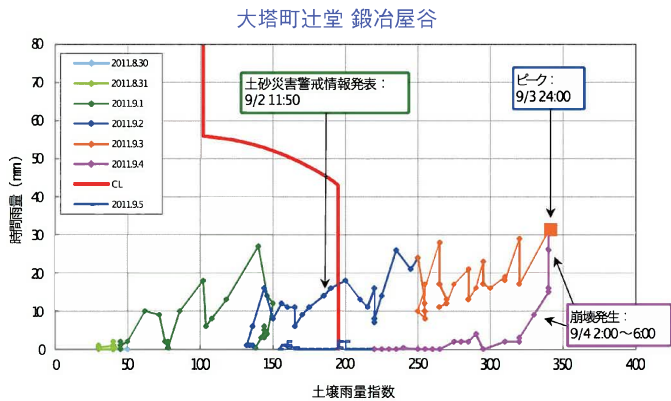
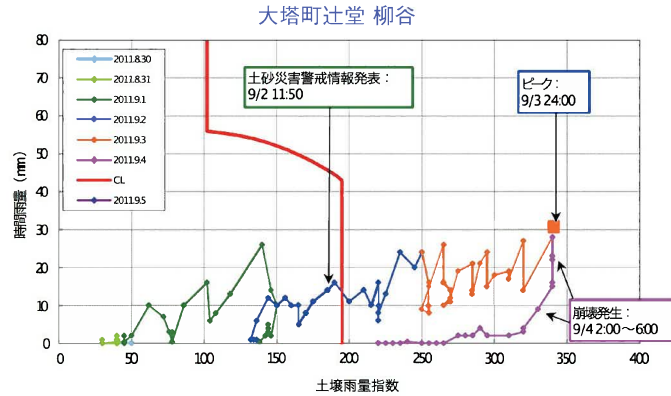
現在、土砂災害に対する警戒情報として、気象庁と奈良県土壌管理課が連携して提供する「土砂災害警戒情報」がある。この土砂災害警戒情報を発表する判断材料として、解析雨量による60分間積算雨量と土壌雨量指数の関係の推移を示す「スネークライン」が利用されている。

ここでは、台風12号時にどのようなタイミングで災害が発生していたかを把握するために、前述した解析雨量の時間推移と土壌雨量指数をもとに、五條市大塔町内の3箇所についてスネークライン図を作成した。

スネークラインの概要



スネークライン図の作成は、下図のとおりである。 いる災害箇所については、災害発生時刻を図示し聞き取り実態調査等で災害発生時刻が確認されて ている。



また、奈良県においては、深層崩壊箇所の調査結果から、その特徴は以下のように整理されている。

＜紀伊半島大水害で発生した深層崩壊の主な特徴＞

- 地質の特徴:四万十帯、秩父帯、三波川帯と呼ばれる付加体で多発。
- 深層崩壊54箇所のうち、36箇所(67%)が山頂付近になだらかな地形の分布する斜面で発生。
- 累積雨量:600mm以上の累積雨量で発生。
- 深層崩壊54箇所のうち、41箇所(76%)が過去の崩壊跡地が存在する斜面で発生。
- 深層崩壊54箇所のうち、39箇所(72%)が流れ盤構造の斜面で発生。
- 明治22年の明治十津川大水害時に発生した深層崩壊(28箇所)の調査も実施し、同様の傾向を示すことが判明。
- 深層崩壊54箇所のうち、35箇所(65%)が北向き(北東～北～北西)斜面で発生。

【出典】深層崩壊のメカニズム解明に関する現状報告(平成25年2月及び6月公表版/奈良県国土マネジメント部深層崩壊対策室)

【第八章・二節】

防災・減災に向けた課題等

平成23年台風12号に関する現地ヒアリング調査概要(中央防災会議/災害時の避難に関する専門調査会(第6回)資料/内閣府防災担当)では、

防災・減災に向けた課題が、次のようにとりまとめられている。

(1) 五條市における特徴的な事項

- 大塔支所では猿谷ダムの放流量に応じた天ノ川(てんのかわ)の水位上昇を最も警戒していた。今回も、大雨警報以降、猿谷ダムの放流量と自主避難を防災行政無線により、繰り返し放送した。この結果、住民は自主避難し、多くは人的被害を免れた。
- 中山間地においては安全な避難場所の確保が困難であり、指定避難所も決して安全というわけではないので、避難勧告や避難指示を発令するのに苦慮した。
- 夜間や大雨の中で移動すれば増水や土砂災害に巻き込まれる可能性があり、移動させてよいのか、という疑問がある。
- 宇井地区では対岸の土砂崩落により、住民の経験では安全と考えられていた川面から50m程度上にある集落が被災。

- 後から振り返ると、9月1日の段階であれば地区外への安全な避難も可能であったと考えられるが、当時はその後の「雨量増」のイメージがわかなかった。
- 国道や県道等の雨量による通行規制がかかる、通行が危険になるので地区外へ移動ができない。
- 地域防災計画では、土砂災害に対する避難勧告等の具体的判断基準を雨量により定めているが、実際には弾力的に運用する場合がある(まず最初の警報で注意喚起・自主避難を呼びかけ、その後はダムの放流情報や地域からの情報や職員の巡視による実績情報を活用している。今回もそのように実施した。)

- 川に近いところなど、危険な地域に住む住民は早期に自主避難する習慣であり、また行政側も早くから自主避難を呼びかけたことから、今回も避難して無事であった。
- 緊急の際には、大塔支所長による判断が可能となるよう市長から話をしていたことにより、今回迅速な対応ができた。
- 宇井地区で自主避難した住民は、地区内の「宇井集会所(指定避難所)」よりも、空調や風呂など設備の整っている「五條市ふれあい交流館(指定避難所)」の方へ避難し、結果的に人的被害をまぬがれた。

(2) 防災・減災に向けた課題

奈良県五條市、十津川村及び和歌山県田辺市、新宮市、那智勝浦町へのヒアリング結果から、紀伊半島大水害クラスへの防災・減災に向けた課題は、次のようにとりまとめられている。

- ガイドラインに基づくマニュアルの策定及び運用、継続的な見直しの実施
- 中山間地域における安全な場所(避難所・避難経路)の確保
- 豪雨時や夜間等避難行動が危険な場合の避難の呼びかけ方
- 経験のない記録的な豪雨への対応(経験の範囲内の洪水などに対しては事前の避難が有効に実施されたが、経験を上回る洪水や大規模な土砂災害に対して予測や事前の避難は困難)
- 警報や土砂災害警戒情報等の気象情報やメッシュ形式の情報と、市町村長が必要と考えている地区単位の情報とのギャップの解消
- 解析雨量や流域雨量指数、土壌雨量指数等の面的なデータの受け手側の理解を深めるための、送り手側も含めた努力
- 災害情報・気象情報等で、より具体的に緊急性が伝わるメッセージ等の提供
- 自然災害の危険性や危険からの回避(避難行動や避難勧告等の発令)に対する住民理解の醸成
- 緊急時の専門家のサポート体制の確保(気象、洪水、土砂災害)
- 配備した通信機器が使用不可能になった場合の代替機能の確保
- 本所・支所等が被災した場合の災害対応体制の確保