

第4章 地震と土砂災害

第1節 宝永地震による土砂災害事例

宝永地震（1707年10月28日，M8.4～8.6）では、表4-1に示したように、大規模な土砂災害が発生した（中村ほか2000，田畑ほか2001，水山ほか2011）。本節ではこれらの土砂災害のうち、概況の分かっているものを挙げて、その特徴を示す。

なお、宝永地震の49日後の宝永四年十一月二十三日（1707年12月16日）から16日間、富士山では中腹（宝永火口）から大規模な噴火が発生している。多量のテフラが偏西風に乗って、富士山の東側の地域に降下・堆積した。テフラが厚く堆積した地区では、その後の豪雨によって洪水・土砂氾濫を繰り返し、激甚な土砂災害が発生した（角谷ほか2002，井上2005）。

また、奥宮正明が記した『谷陵記』は、土佐国の宝永地震による災害の状況を詳しく述べている（図4-1）。

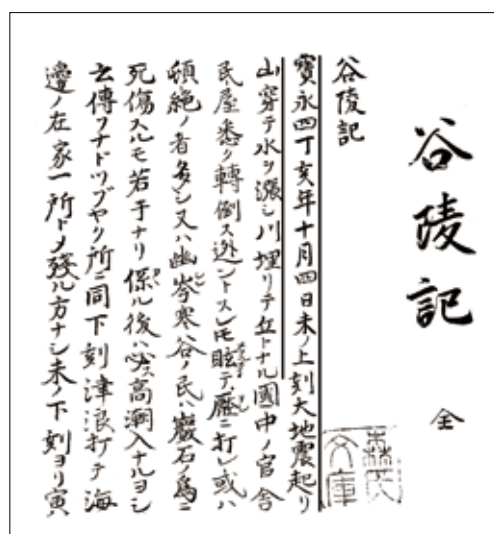


図4-1 『谷陵記』

表4-1 宝永地震による土砂災害一覧表

地点	大規模土砂移動と地震の関係						大規模土砂移動の特性						天然ダムの有無				
	緯度	経度	都道府県・市町村	土砂移動箇所名	崩壊発生日	誘因	面積A1 (m ²)	土砂量V1 (m ³)	長さL (m)	幅W (m)	比高D (m)	斜面型	地質	形成の有無	湛水高H2 (m)	湛水量V3 (m ³)	決壊時期
1	35.412	138.491	山梨県身延町	下部・湯之奥	当日	地震	80,000	1,200,000	900	250	360	凹型谷型	新第三紀正常堆積物	有	70	3,700,000	土砂埋没
2	35.334	138.267	山梨県早川町	八潮崩れ	当日	地震	280,000	14,000,000	1,600					無			
3	35.334	138.000	静岡県富士宮市	白鳥山	当日	地震	100,000	5,000,000	400	250	350	直線直線	新第三紀正常堆積物	有	30	5,600,000	3日後
4	35.309	138.313	静岡県静岡市	大谷崩れ	当日	地震	1,200,000	120,000,000	1,000	1,800	1,100	凹型谷型	付加複合体	有	30	4,700,000	徐々に堆砂
5	35.075	138.543	静岡県静岡市	由比・薩埵峠	当日	地震											
6	34.698	138.211	静岡県牧之原市	相良町坂井・津波土砂崩れ	当日	津波											
7	34.648	137.149	愛知県田原市	伊川津町・津波土砂崩れ	当日	津波											
8	34.719	136.506	三重県津市	安濃津の崩れ	当日	津波											
9	34.005	135.955	奈良県下北山村	下北山村・崩壊	当日	地震											
10	33.819	135.218	和歌山県印南町	山崩れ死者あり	当日	地震											
11	33.675	135.888	和歌山県那智勝浦町	那智大滝の崖崩壊	当日	地震											
12	33.487	135.796	和歌山県串本町	橋杭岩	当日	津波											
13	34.362	134.140	香川県高松市	五剣山の落石(岩)	当日	地震	不明						新第三紀火山岩類	無			
14	33.470	134.151	高知県室戸市	佐喜浜川・加奈木崩れ	当日	地震	470,000	8,500,000	1,000	500	470	凸型尾根	付加複合体	無			
15	33.517	134.217	高知県東洋町	野根・池山の崩れ	当日	地震											
16	33.538	133.242	高知県越知町	横倉別府山の崩れ	当日	地震											
17	33.567	133.234	高知県越知町	仁淀川中流・舞ヶ鼻	当日	地震	130,000	4,200,000	450	250	270	凸型尾根	付加複合体	有	18	29,000,000	4日後

「宝永四丁亥年十月四日未之上刻、大地震起こり、山^{うがち}穿て水を漲りし、川埋まりて丘となる。國中の官舎民屋^{ことごと}悉く轉倒す。逃げんとすれども^{めくるめ}眩^{おし}いて壓に打たれ、或は頓絶の者多し。または幽岑寒谷の民は巖石の為に死傷するもの若干也・・・」と記されている。平野部の人家の倒潰や津波被害だけでなく、山間部で多くの土砂災害が発生したことが分かるが、具体的な地名は記載されていない。

1 静岡県静岡市・大谷崩れ

(1) 安倍川流域と大谷崩れの概要

静岡市を南北に流下する安倍川は、南アルプス東南端に位置する大谷嶺（標高200 m）からほぼ直線的に約51 km流下し、駿河湾にそそぐ急流河川である。安倍川流域の東側山地には、北北西に通過する十枚山地質構造線が、また西側山嶺部にほぼ南北に併走する笹山地質構造線が存在する急峻（比高400～500 m）な地形を呈している。このため流域を構成する古第三紀の瀬戸川層群（主たる地質は、頁岩・砂岩の互層）は、糸魚川-静岡構造線と篠山構造線の2つの衝上断層による構造運動によって断層化・褶曲され破砕が著しい極めて脆い地盤となっている。

大谷崩れ北側の山梨県側の富士川右支・早川には、宝永地震（1707）や安政東海地震（1854）によって大崩壊が引き起こされた「八潮崩れ」と「七面山崩壊」が存在する。

安倍川流域の山地地形の一般的な特徴は、長大な急斜面が谷に面すること、山頂部の起伏が小さく平坦面や緩傾斜面地

形が各所に残存していることである。流域西縁の山稜を見ればなだらかな山頂小起伏面がほぼ連続的に分布しているが、山腹急斜面との間には明瞭な勾配の変換点があり、基岩から風化した岩屑が厚く堆積している場所がみられる。このような地形・地質的特徴から、洪水時には上流から大量の砂礫を運搬しつつ氾濫を繰り返していたため、安倍川の中下流域から河口にかけて砂礫が堆積した幅広い河床を形成している。

大谷崩れは宝永地震により、安倍川最上流部、右支川大谷川の谷頭部で発生した崩壊である。「鳶崩れ」、「稗田山崩れ」と並び、日本の三大崩れに数えられる大規模土砂災害である（写真4-1）。崩壊の推定規模は幅1800 m、高低差800 m、深さ70 m、崩壊面積1.8 km²、崩壊土量は約1億2千万m³と推定されている。

しかし、大谷崩れの末端部には大きな流れ山地形は存在しないことから、崩壊土砂量1.2億m³のすべてが宝永地震で崩れたというよりも、数百年～数千年間で複数回の大規模崩壊があったと推定される。

「大谷崩」の名称が記載されている最も古い古文書は1709年（宝永六年）4月



写真4-1 大谷崩れ全景写真
（富士砂防事務所 2007）

に書かれた「駿河国安倍郡梅が島村差出し」である。『大谷崩』という崩壊地があり、さらに下流には長さ一里（約4km）横幅10丁（約1.1km）の池がある」という報告である。このことから大規模崩壊は1707年に発生した宝永地震により生じた可能性が高いとされている。

(2) 土砂移動による地形変化

図4-2に示したように、宝永地震(1707)時の大谷崩れの土砂は安倍川の河谷を埋積し、支流の西日影沢や三河内川、タチ沢よりも河床が高くなったため、天然ダムを形成した。西日影沢の天然ダムは湛水深50m、湛水量81万 m^3 、三河内川の大池はそれぞれ30m、470万 m^3 、タチ沢は30m、4.4万 m^3 となった。これらの天然ダムは塞き止め土砂が極めて多

かったために、決壊することなく、支川上流からの土砂流入によって次第に埋積され消滅していった。タチ沢との合流点付近では大谷崩れの土砂で河谷が埋まり、河床が上昇して、本来は小さな尾根筋であった部分から徐々に流出し始め、赤水滝が形成された。

安倍川には宝永地震後の豪雨時に数回に分かれて土砂が流出し、連続する数段の河岸段丘が形成された(土, 1997)。埋積された河床面の低位段丘面上には、明治時代に新田集落や赤水集落が形成された(梅ヶ島村教育委員会, 1968)。

大谷崩れから流下する大谷川は、8km下流の新田集落で三河内川に合流し、安倍川となる。図4-3に示したように、大谷崩れと安倍川の7km下流の孫差島までの河谷には、延長7km、谷幅平均300m、

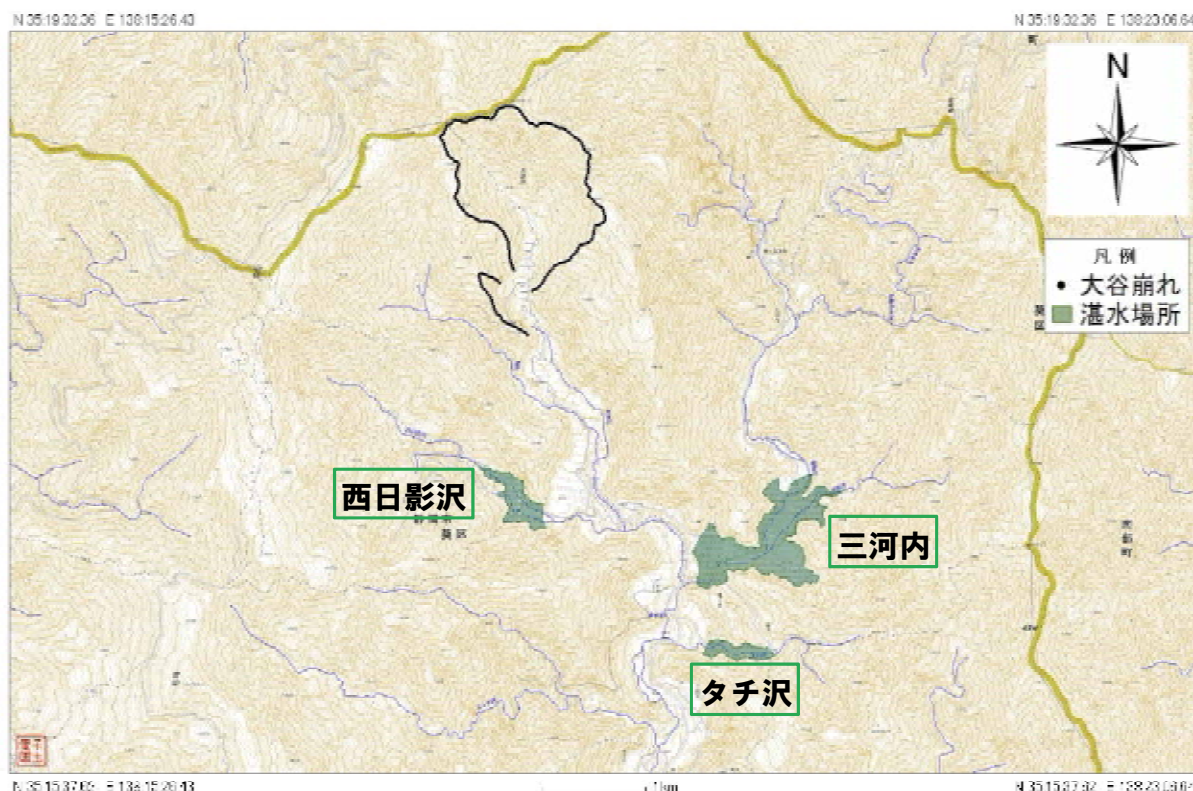


図4-2 大谷崩れ位置図
(崩壊位置は「地震砂防」を元に作成)



図4-3 大谷崩れと下流に分布する堆積段丘
(土屋, 2000)

崖の比高 20 ~ 50 m に及ぶ大規模な堆積段丘が存在する。段丘面は 2 段あり、高位面と低位面の比高差は 20 ~ 30 m を示す場所もある。新田集落の近くの三河内川には明治初頭まで大池が存在しており、ボーリング調査の結果によれば、湖成堆積物と土石流堆積物が存在し、河床から約 30 m の厚さで粘土や砂、砂礫層の互層がみられ、その下位には層厚 12 m の粘土層が確認された。

赤水の滝より下流の低位と高位の段丘は大谷崩れ当時の石礫を多量に含む岩屑なだれではなく、それ以降の豪雨時の水流の運搬作用による堆積物が多く分布する。高位面は赤水の滝から上流で連続性があり、滝を境にして不連続となる。段丘堆積物は全体にルーズで直径 2 ~ 3 m の砂岩礫を含み、固化は進んでいない。

大谷川から赤水の滝までの区間の堆積構造はランダムな状況を示すが、赤水の滝から孫佐島までの下流区間は流水の侵食・堆積作用による成層構造が認められる。このことから、大谷崩れ起源の崩壊土砂が土石流となって押し寄せたのは赤水の滝までの 5 km 区間と推定される。

大谷崩れから赤水滝間の上位段丘面から堆積当時の土砂量を推計すると、大谷崩れから流出した一次堆積物は約 9400 万 m^3 となると考えられる。一方、現存量との差をみると約 2900 万 m^3 (33%) が侵食され、下流の孫差島区間に流入したと考えられる。孫差島区間では約 2900 万 m^3 が二次堆積していると推定されるので、残りの約 900 万 m^3 相当が今日までに下流に流出したと考えられる。

安倍川の源頭部には大谷崩れが存在し、宝永地震 (1707) によって大規模崩壊が発生し、赤水滝まで一次堆積物が堆積した。その後の洪水などによって、赤水滝より下流の安倍川中・下流に多量の土砂が流下堆積した。それだけではなく、谷壁斜面での崩壊現象も多く発生し、安倍川の流砂系としての問題が今なお大きな課題となっている。

2 静岡県静岡市・白鳥山崩れ

(1) 白鳥山の概要

白鳥山 (標高 568 m) は、富士山火口から 15 km ほど北側の富士川中流右岸側にそびえる比高 500 m の急峻な山である。

宝永地震の 2 年前の豪雨時にも白鳥山の南側が崩壊し、塩出村で 35 名が犠牲となった記録があり、宝永地震以前から崩壊地は存在していたと考えられる。この

災害によって現在の塩出村集落は境川上流約 500 m に移転したとされている。

周辺の基盤地質は新第三紀中新世富士川層群身延累層で、礫岩・砂岩を主体に泥岩を挟んでいる。この身延層群中にはひん岩が所々に貫入している。このひん岩は白鳥山の崩壊上部東側斜面から北北東に向けてサンドイッチ状に分布している。

(2) 土砂流出状況

a. 宝永地震時の状況（1707 年 10 月）

宝永地震により大崩壊を起こし、崩壊土砂は富士川を堰き止め、天然ダムを形成するとともに対岸の長貫村を襲い、22 名（上流の橋上部落では 8 名）を死亡させた（図 4-4）。この時の崩壊土砂は富士川を 3 日間堰き止めた後決壊し、下流で土砂氾濫被害を起こした。

現在崩壊地に堆積している崖錐（写真 4-2）の下位の堆積物は宝永地震によるものであると考えられ、堆積物の量は地形図より 140 万 m³ 程度と推測される。富士川に流出し堆積した推定土砂量 500 万 m³ と合わせると 640 万 m³ であるので、宝永地震時には崩壊土量の約 8 割が流出したと考えられる。

b. 安政地震時の状況（1854 年 12 月）

崩落した土砂が対岸に達し、富士川を閉塞し、これによる水位上昇が閉塞地点から約 4 km 上流に位置する万沢部落まで及んだ史実がある。

流出土砂は約 50 万 m³ と考えられ、富士川をせき止めた土砂は翌日決壊した。流出した土砂により上流の橋上部落^{はしがみ}で 6 名の死者を出した。また、せき

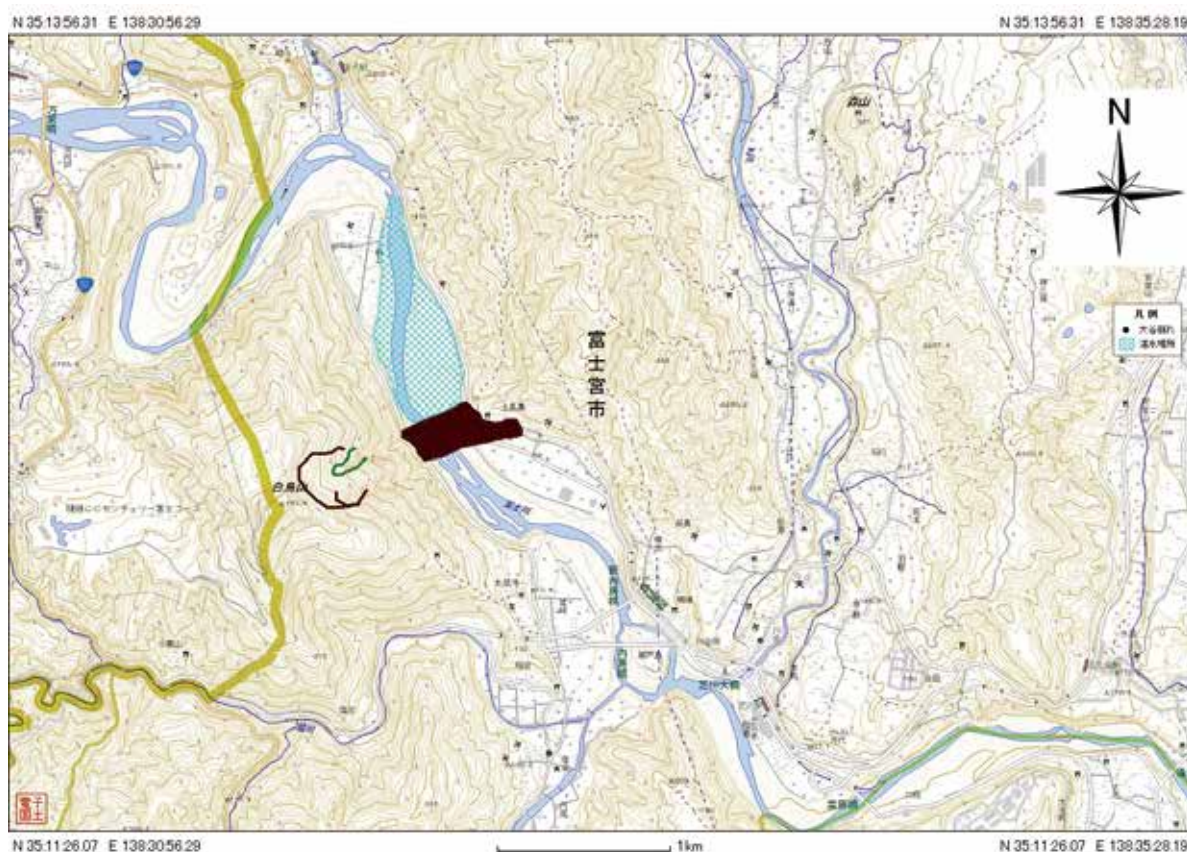


図 4-4 白鳥山崩壊位置図

止めた土砂が決壊したことにより下流の富士川扇状地にも被害をもたらした。

3 山梨県身延町下部・湯之奥崩れ

下部温泉上流の富士川左支・下部川上流で、天然ダムが形成された（図4-5）（水山ほか，2011）。市川大門町教育委員会（2000）の『市川大門町一宮浅間宮帳』



写真4-2 白鳥山崩壊地を対岸の長貫から望む
（富士砂防事務所，2007）

（市川大門町郷土資料集，6号）によれば、宝永四年十月四日未刻（1707年10月28日13時半頃）に、

「十月大己卯朔日、壬午四日の未の刻ばかりに、にわかにかに地二つ震い大地震。震天地鳴動してはためき渡るかと思ふ所に東西を知らず震い、諸人庭に出て立たんとするに足立たず、盆に入れたる大豆のごとく所にたまらず、四方の山より黒白の煙天をかためて立ちのぼる。地は裂けて水湧き上る。その水の湧くこと水はじきのごとし。後また五日の朝辰（10月29日8時）の頃に大地震あり。四日に残りたる家、この時に崩る（後略）。

湯奥と言う村、山崩れ谷を埋め、湯川（下部川）を押しとどめて水海をなす。この水を切りほすとて川内筋の夫二千八百人に

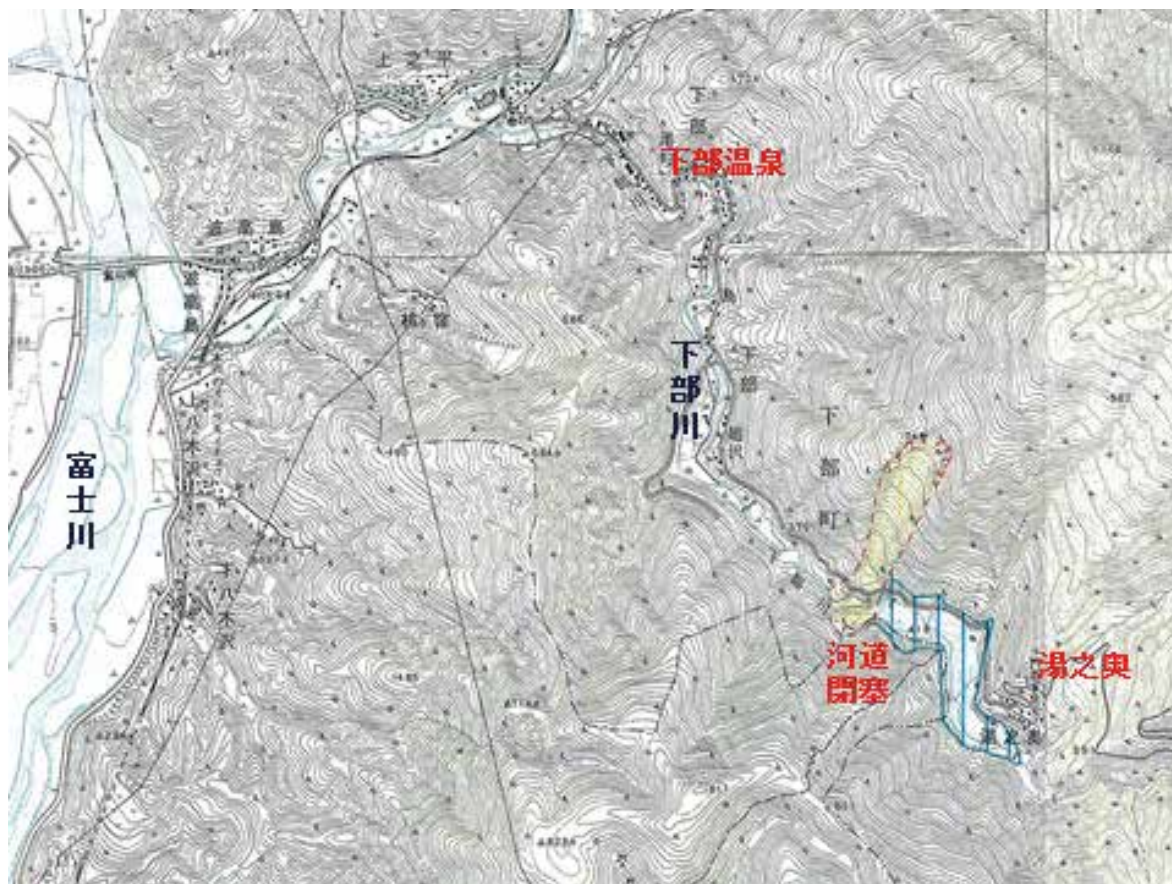


図4-5 天然ダムと下部温泉との関係
（水山ほか，2011）

て切りたれども、少し沢を立たるばかりにて切りほす事かなわず。川鳥市をなすと云々。俗に言う長さ三里横一里の水海と言う。この川下、下部その他の村、この水を恐れて山に上がり、小屋に住む。」とある。

1/2.5万地形図をもとに計測すると、湛水標高450m、湛水深70m、長さ900m、幅250m、湛水面積16万m²、湛水量370万m³となる。

下部川（湯川）の川下にある下部村（下部温泉）などの村は、天然ダムの決壊・洪水を恐れて、一時的に山に上がり小屋に住んだ。当時の技術力ではほとんど掘削できず、排水することはできなかった。天然ダムは急激な決壊をせず徐々に水位が低下したため、下流の村には大きな被害を与えなかったと推定される。

天然ダムの湛水域には、その後多量の土砂が流入し、この付近は「海河原」と呼ばれるようになった。図4-6に示した湯之奥金山博物館所有の『湯之奥村絵図』（天保九年四月、1838年5月）には、河道閉塞地点が紺色で示されているが、海河原地点には湛水は描かれていない。宝永地震から131年後の絵図であるため、河道閉塞地点より上流の湛水は土砂の堆積によって消滅していたと考えられる。

4 静岡県静岡市・由比地すべり

静岡県静岡市清水区の由比・薩埵^{さつた}峠は、東海道の難所で、地震や豪雨によって過去何度も土砂災害を受けてきた（国土交通省中部地方整備局富士砂防事務所、2007）。薩埵峠付近を通る東海道は、承応

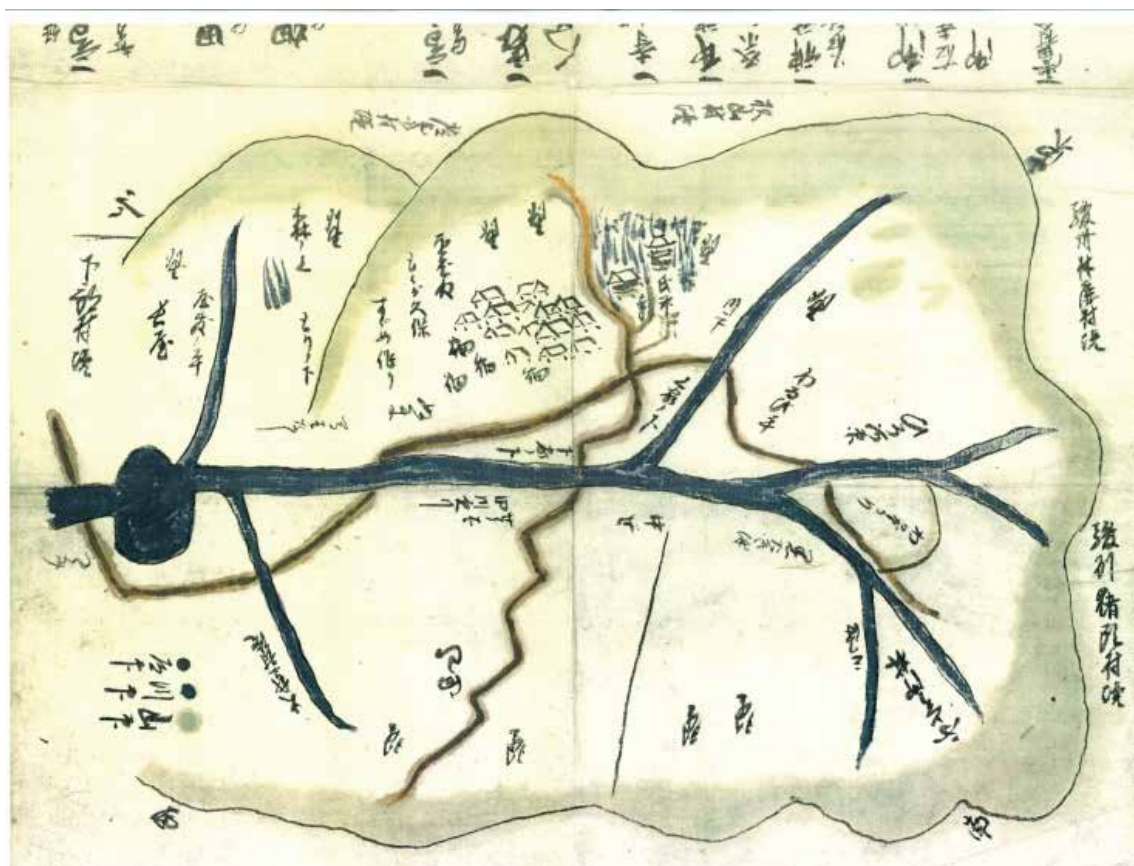


図4-6 湯奥村絵図、天保九年四月（1838年5月）湯之奥金山博物館蔵

年間(1655年)までは海岸の岩間を通る「下道」(古道とも呼ばれる)が使われていた。この道は、「親知らず子知らず」と呼ばれた難所であった(児玉, 1979)。江戸時代の前期まで東西交流の道として長期間利用された「下道」であったが、明暦元年(1655) 四代将軍家綱の将軍就任を祝う朝鮮通信使一行の通行に際し「下道」は危険と判断され、幕府は薩埵峠の山道を切り開き「中道」を造った。さらに、天和二年(1682) 五代将軍綱吉代替り祝賀の朝鮮通信使来朝の際にも、「中道」は大波の危険があるとして、その上を通る「上道」を開いた。

図4-7の浮世絵で、旅人達が手をかざして富士山を眺めている道が「中道」である。眼下の海は駿河湾で、物資を積んで湾内の湊を往来する帆船が浮かんでいる(堀, 1997)。宝永地震(1707)や安政東海地震(1854)、あるいは豪雨によって、薩埵峠の山道は何度も崩壊や地すべりを起こし、しばしば交通不能となった。宝永地震の状況は詳しくわかっていないが、安政東海地震によって海岸が1.5m隆起したことで、通行量が減少していた「下道」が復活し、本道となった。このため、峠越えの「中道」、「上



図4-7 歌川広重：東海道五十三次『由比』
(保永堂版、東海道広重美術館蔵)

道」は安政年間まで利用されていたものの、以後は荒廃の一途をたどった(建設省静岡河川事務所, 1992)。

1887年以降、薩埵峠地区で鉄道建設工事が本格的に始まった。1889年4月1日には東海道線の国府津-静岡間が開業し、7月1日に全線(新橋-神戸間)が開通した。東海道線の建設工事は非常に難航したが、海岸線に沿って線路が敷設され、国道1号線も平行して開通した。しかし、その後頻繁に大規模な崩壊や地すべりが発生し、鉄道の運行に支障をきたした。特に1961年の由比・寺尾地区の地すべりは非常に規模が大きく、東海道線は長期間通行止めとなった。地すべり現象を止めるため、頭部土塊を排土して運搬し、海岸線に盛土して平場を造った。

この平場を利用して、1969年には東名高速道路が開通した。現在の薩埵峠地区は、新幹線(トンネル)、東名高速道路、国道1号線、JR東海道線、通信ケーブルなど、日本を支える大動脈が集中する交通の要衝となっている(写真4-3)。太平洋岸における東西の交通・通信は、この地域を通過することで成立する。



写真4-3 薩埵峠からみた富士山と由比地すべり地
(JR東海道線、国道1号線、東名高速道路)
(富士砂防事務所, 2006年)

5 香川県高松市・五剣山の崩れ

香川県高松市の旧^{むれ}牟礼町・^{あじ}庵治町の境に位置する五剣山八栗山寺は四国遍路の85番札所である。宝永南海地震では、五剣山を構成する五の峰南東のそそりたった上半分が崩落した（牟礼町教育委員会・香川大学工学部長谷川研究室，2002）。五剣山の崩落した岩塊は、五の峰の牟礼町側を襲った。図4-8に示したように、五の峰の急崖を構成している火山角礫岩の中には、強度が比較的小さな凝灰岩層が水平に2層挟まれている。宝永南海地震前までにこの層に水平な開口割れ目が形成され、それより上位は浮石状態となっていたために地震動によって崩壊した可能性がある。

宝永地震前の元禄二年（1689）発行の『四国遍礼霊場記』には、崩壊前の五剣山が描かれている。また、一の峰については、元禄十一年二十（1698年6月27日）に豪雨を誘因として崩壊したようである。その後、地震により壊滅的な被害を受けた八栗寺の復興を目的として、高松藩主の松平頼豊は建築予想図にあたる『八栗伽藍絵図』を描かせた。図4-9はこの絵図と同じ画角の写真を並べたものである。

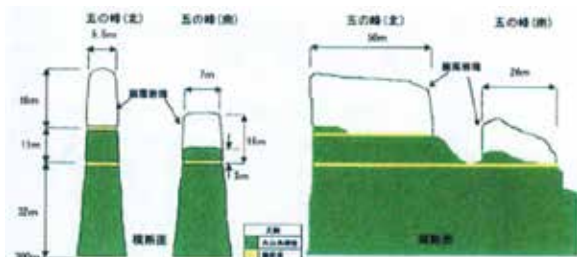


図4-8 五の峰断面復元模式図
(牟礼町教育委員会・香川大学工学部長谷川研究室，2002)

絵図に描かれた山容は、現在の写真とほぼ一致することから、その後大きな崩壊は発生していないと判断される。



図4-9 現在の五剣山と『八栗伽藍絵図に描かれた山容の比較』
(牟礼町教育委員会・香川大学工学部長谷川研究室，2002)

6 高知県室戸市・加奈木崩れ

崩壊地（写真4-4）の緒元は以下の通りである（千木良，2000）。

- 崩壊地面積：47ha
- 崩壊地標高：1040～570 m
- 一次堆積物：面積 36ha，
堆積土量 360 万 m^3
- 二次堆積物：面積 49ha，
堆積土量 490 万 m^3

したがって、加奈木崩れの全崩壊土砂量は850万 m^3 、あるいはそれ以上であると推定される。



写真4-4 加奈木崩れ全景写真
(高知営林局 1967)

高知営林局（1967）によれば、図4-10に示す範囲が加奈木崩れとされ、佐喜浜川の最上流部に位置する。左岸側が急傾斜で、右岸側が相対的に緩傾斜となっている。左岸側の上方は山頂緩斜面となっており、そこには多数の線状凹地や山向き小崖が分布している。これらは、北東-南西方向に伸び、深さ（比高）が数mから10m程度で、最大長さは400mもある。加奈木崩れの最上部の北側縁は、これらの線状凹地や山向き小崖、緩斜面を切断している。したがって、元々これらの地形的弱線をもった緩斜面が崩壊したと推定される。

現存する堆積物の内、約360万 m^3 が宝永地震によって堆積した土量と考えられる。加奈木崩れの堆積物は、崩壊直下から約3.5km下流まで至っており、二段の堆積面が識別される。

上段は高標高部に位置し（図4-10オレンジ色部）、堆積面の位置も最も高いこ

とから崩壊の一次堆積物で、岩屑流の堆積物であると考えられる。これは加奈木崩れの下流約700mの位置まで分布し、佐喜浜川が東南東から真東に向きを変える場所までは狭く分布し、そこから扇状地状に広がっている。この堆積物は佐喜浜川を3カ所でせき止めており、それぞれの支流にはせき止め湖の堆積物が堆積している。

下段は一次堆積物の堆積面を切断し（図4-10茶色部）、前述の佐喜浜川が向きを変える場所付近から下流に分布し、一次堆積物と推定されるものである。一次堆積物との間に4~5m程度の比高をもつ明瞭な段丘崖となっている。この堆積物は厚さ10m以上あり、最大礫径2m程度の砂岩ブロックと砂岩と頁岩の小岩片の不規則な混合物であり、所々で成層構造をなしている。



図4-10 加奈木崩れ位置図
（崩壊地、堆積物は千木良（2000）による）

7 高知県越知町・舞ヶ鼻崩れ

宝永南海地震によって、高知県高岡郡越知町鎌井田の舞ヶ鼻地先で仁淀川に天然ダムが形成されたという記述のある石碑と史料がある（井上・桜井，2009）。

越知町（1984）の『越知町史』巻末の越知町史年表によれば、1707年の項に「大地震で舞ヶ鼻崩壊し、仁淀川を堰き止め洪水を起こす」と記されている。越知町柴尾部落の長老・山本佐久實氏によれば、「4日間湛水し、満水となって決壊し、仁淀川下流のいの町に被害をもたらした」とのことであった。写真4-5は、天然ダムを形成したと考えられる崩壊地の跡地形である。写真4-6に示したように、仁淀川の対岸には角礫状の巨礫を多く含む台地状地形が存在し、河道閉塞地点であることが分かる。

河道閉塞を起こした地すべり性崩壊地の面積は12.5万 m^2 、移動土砂量442万 m^3 、河道閉塞土砂量240万 m^3 程度となる。この天然ダムの湛水面積と湛水量を1/2.5万地形図をもとに推定すると、湛水面積は480万 m^2 、水深18mであるので、湛水量

は2880万 m^3 程度と見積もられる。決壊までの時間が4日であるので、この時の仁淀川の平均流入量は約80 m^3/s であったことになる。

この地点から上流の越知盆地周辺には、標高がほぼ同じ（61m）地点の5か所（柴尾・場所ヶ内・原・女川・文徳）に宝永の天然ダムのことを記録した石碑が現存している。図4-11に、天然ダムの湛水範囲と石碑の位置を示した（^{いまなり}今成の石碑は見つかっていない）。

女川の石碑（写真4-7）のみ阿弥陀堂の中にある。石碑は「南無大師扁照金剛 宝永七 尾名川村 惣中」と読むこ



写真4-5 天然ダムを形成した仁淀川左岸の崩壊地形
(2008)



写真4-6 巨大な硬質角礫が密集する台地
(2008)



写真4-7 越知町女川の石碑
(2008)

とができ、宝永四年の災害から3年後の宝永七年（1710）に建立されたことがわかる。他の石碑は風化が進み、文字が読みにくくなっているが、祈願文と年次の文字は同じで、地名だけが建立地点の地域名になっている。

宝永南海地震で形成された天然ダムの湛水標高は61 mで、現在の越知町の集落はこの湛水標高より上部の河成段丘上に大部分が位置している。地元では「石碑より下に家を建てるな」という言い伝えが残っており、61 mより低い地域は現在でも大部分が水田となっている。

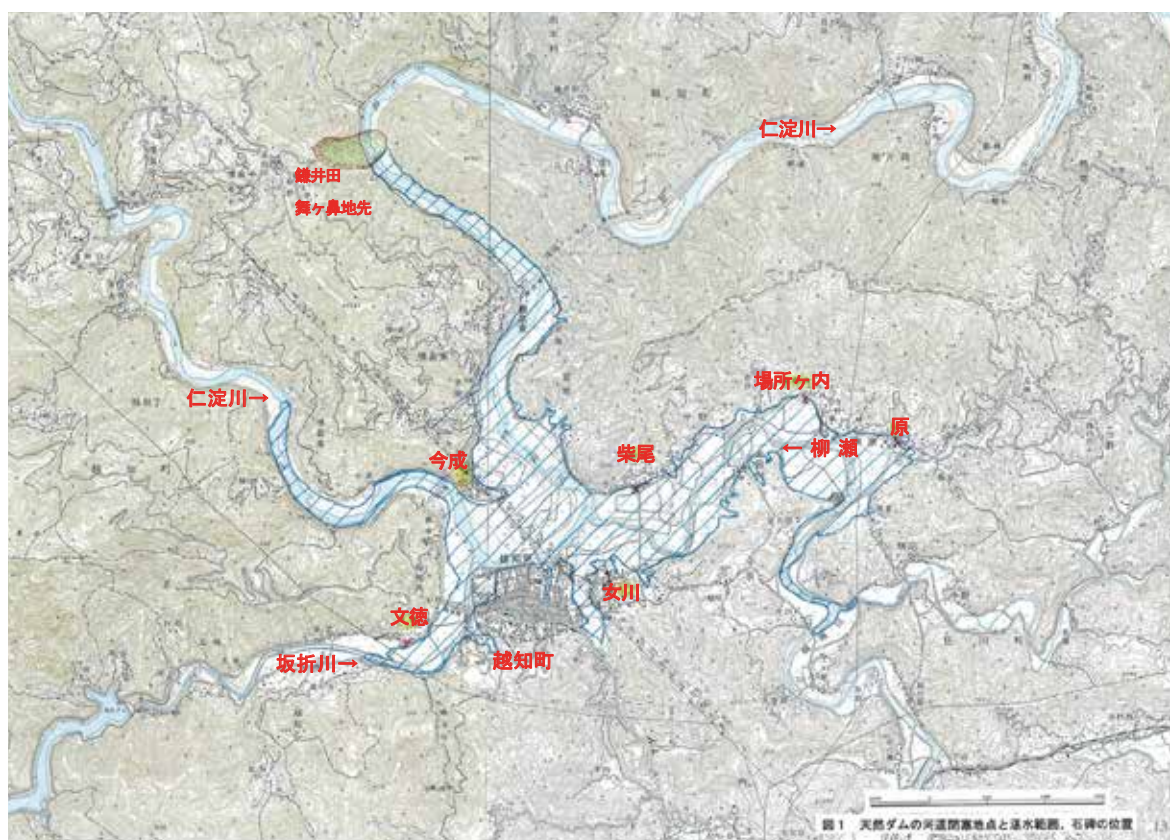


図4-11 仁淀川越知町の天然ダムの河道閉塞地点と湛水範囲、石碑の位置
(井上・桜井 2009)

第2節 他の地震との比較

1 震度階別の大規模崩壊発生状況

記録に残る地震寄因の大規模な斜面崩壊数は、宝永地震によって発生したものは17か所、安政地震によって発生したものは35か所程度が確認されている（井上ら2013a, 2013b）。

図4-12に宝永地震（1707）の、図4-13に安政地震（1854）の震度5、6エリアと記録に残っている土砂災害の概略の位置を示す。また、図4-14に東北地方太平洋沖地震（2011）の震度5、6以上のエリアと崩壊の分布図を示し、表4-2にそれぞれの海溝型地震における崩壊諸元の集計結果を示す。

宝永地震、安政地震、東北地方太平洋沖地震の海溝型地震3事例で発生した斜

面崩壊の震度階毎の崩壊発生密度を図4-15に示した。宝永地震、安政地震における震度5以上、震度6以上のエリアにおける記録に残る斜面崩壊の発生密度は同じようなオーダーの値となった。また東北地方太平洋沖地震で発生した面積5000 m²以上の崩壊を対象として算出した崩壊密度でも宝永地震、安政地震のものと比較して同じような傾向となっている。

2 内陸直下型地震との比較

岩手・宮城内陸地震（2008）では、震度5以上の範囲で崩壊面積5000 m²以上のものが149個（崩壊密度約0.02個/km²）であるのに対して、全数では3,500個以上の崩壊（崩壊密度約0.46個/km²）が確認さ

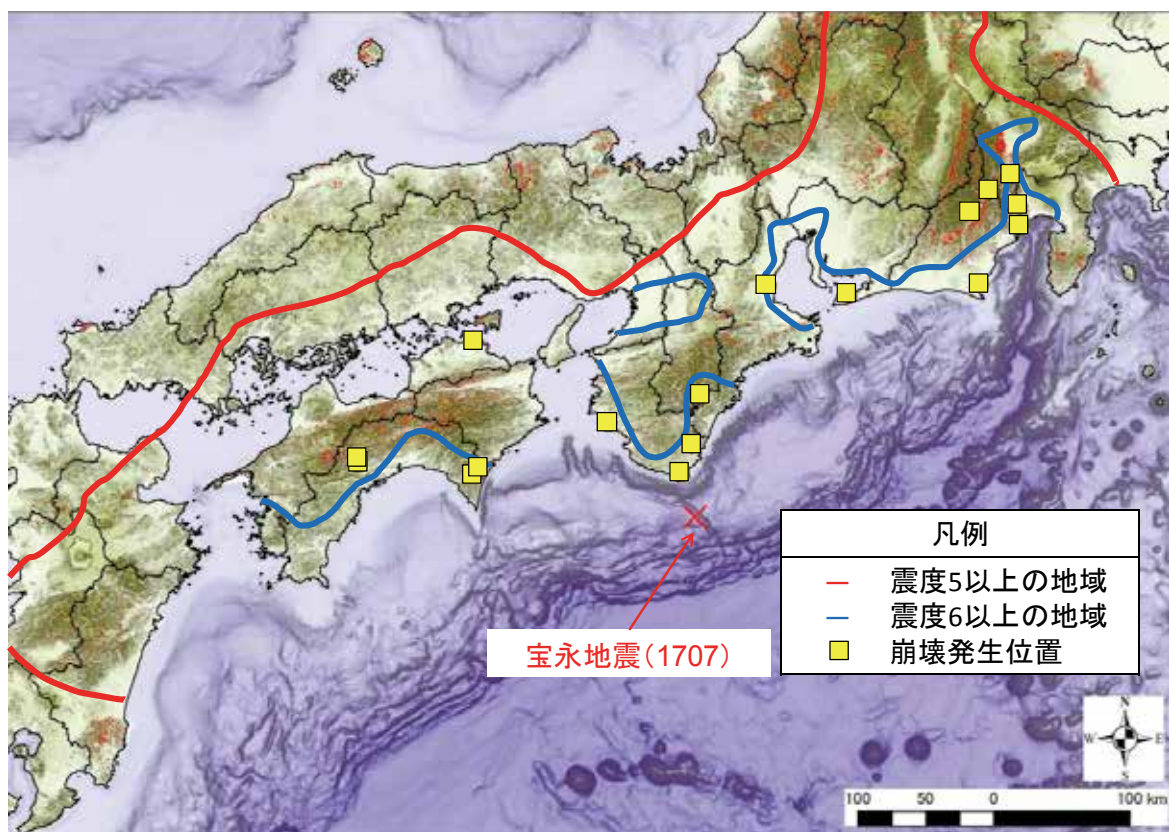


図4-12 宝永地震と土砂災害
(土志田ほか2013を元に作成)

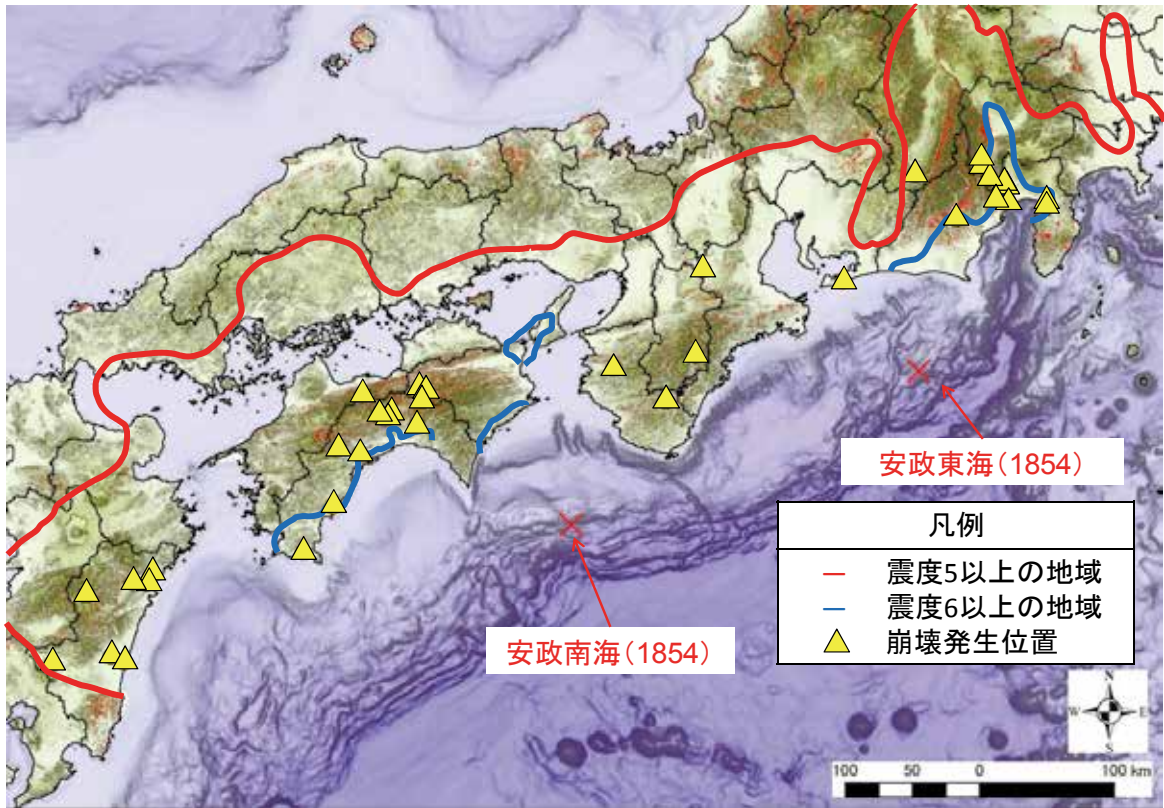


図4-13 安政地震と土砂災害
(土志田ほか 2013 を元に作成)

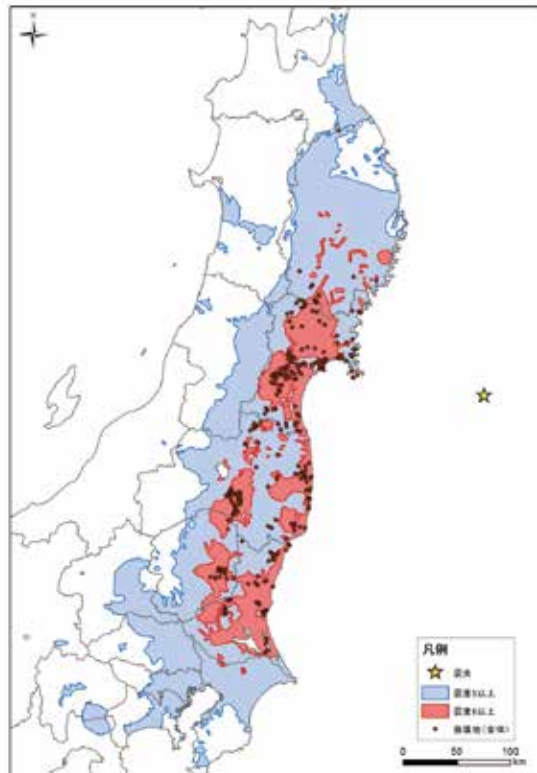


図4-14 東北地方太平洋沖地震で発生した崩壊と震度の分布

- ※1 崩壊地データは国土交通省国土技術政策総合研究所 砂防研究室 調べ
- ※2 震度5、震度6以上のエリアは気象庁HPの震度分布図を使用した

れており、崩壊面積 5000 m² 以上の大規模なもの 20 倍程度の数の崩壊が発生していることが分かる。これは東北地方太平洋沖地震でもほぼ同様の傾向となっているが、一方で密度は岩手・宮城内陸地震の方が 50 倍程度の値となっている。

兵庫県南部地震（1995）においては、六甲山地周辺の約 174 km² の範囲に限った判読ではあるが、震度 5 強以上の範囲の崩壊密度が約 13.50 個 / km² と極めて高い値となる（内田ほか 2004）。

さらに、伊藤ほか（2009）は北陸地方における近年の 3 件の地震による崩壊実態を報告している。図 4-16 に最も崩壊密度の大きかった新潟県中越地震（2004）と東北地方太平洋沖地震の全判読か所の崩壊密度を示したが、2 オーダー以上新潟県中越地震（内陸型）の方が大きい。

以上の事例は、地質や地形条件、判読条件が異なるために単純な比較はできないものの、同じ震度の範囲での斜面崩壊密度は海溝型地震によるものよりも内陸型の方が大きくなる傾向（中村ほか 2000）を支持している。

また、東北地方太平洋沖地震以降、内陸直下型地震の活動が活発化しているとの報告（東京大学地震研究所 2011）もあることから、海溝型巨大地震が発生した場合には、大規模な深層崩壊が発生する可能性があるばかりでなく、多数の表層崩壊も発生する状態を想定しておく必要があり、さらにその後誘発される内陸直下型地震によって土砂災害が発生する危険性の高い状態が継続することが示唆される。

表 4-2 海溝型地震における震度エリア毎の崩壊地諸元

地震名		震度範囲	震度範囲別面積 (km ²)	崩壊地数 (個)	崩壊面積 (m ²)	崩壊密度 (個/km ²)
宝永地震		震度5以上	90217	17	-	0.0002
		震度6以上	15277	12	-	0.0008
安政地震		震度5以上	98982	35	-	0.0004
		震度6以上	5620	9	-	0.0016
東北地方太平洋沖地震	全崩壊	震度5以上	56747	514	788,397	0.0091
		震度6以上	12244	317	471,957	0.0259
	崩壊面積1000m ² 以上	震度5以上	56747	171	654,680	0.0030
		震度6以上	12244	118	390,574	0.0096
	崩壊面積5000m ² 以上	震度5以上	56747	31	355,837	0.0005
		震度6以上	12244	21	174,873	0.0017

※震度 5 以上…震度 5 弱、5 強、6 弱、6 強、7 震度 6 以上…震度 6 弱、6 強、7

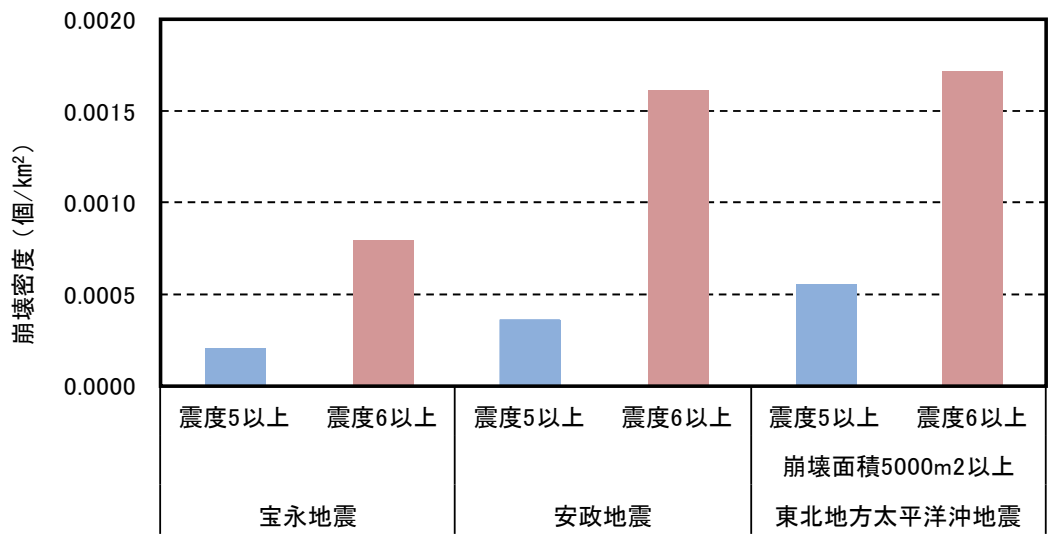


図4-15 海溝型地震による崩壊密度の比較

(宝永・安政地震の崩壊事例は文献に残るような大規模な事例が主。東北地方太平洋沖地震は崩壊面積が5000m²以上の事例で算出。)

※東北地方太平洋沖地震の崩壊地データは国土交通省国土技術政策総合研究所砂防研究室調べ

※震度5以上…震度5弱、5強、6弱、6強、7 震度6以上…震度6弱、6強、7

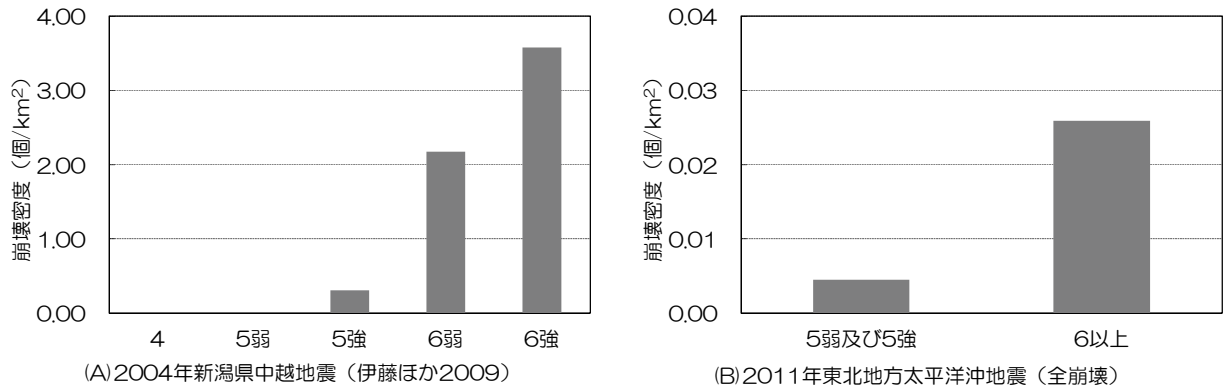


図4-16 内陸型・海溝型地震による崩壊密度の比較

第3節 海溝型巨大地震に対する留意点

1 南海トラフ巨大地震想定震度分布と深層崩壊危険度

南海トラフ沿いの巨大地震対策を検討する際に想定すべき最大クラスの地震・津波については、平成23年8月に内閣府に設置された「南海トラフの巨大地震モデル検討会」において示された。震度分布を推計する強震断層モデルについては、中央防災会議（2003）モデル、2011年東北地方太平洋沖地震や世界の巨大地震の特徴等を踏まえて、強震動生成域を4ケース設定することとしており、それぞれのケースについて強震波形計算を行い、250mメッシュ単位で震度を推計している。

図4-17に基本ケース（中央防災会議

による東海地震、東南海・南海地震の検討結果を参考に設定）を示すが、いずれのケースにおいても震度5以上のエリアは宝永地震、安政地震時に推定されている震度5以上のエリアとおおむね整合している。

（独）土木研究所が発表している深層崩壊推定頻度マップ（図4-18）と対比してみると、震度6以上の強い揺れが想定され、かつマップで危険性が高く評価され、大規模な崩壊が懸念されるのは、①宮崎県北部山沿い、②高知県中部・東部、③紀伊半島中部、④静岡県の東部山沿い、などである。これらの地域についての詳細な評価やリスク低減事業が重要と言える。

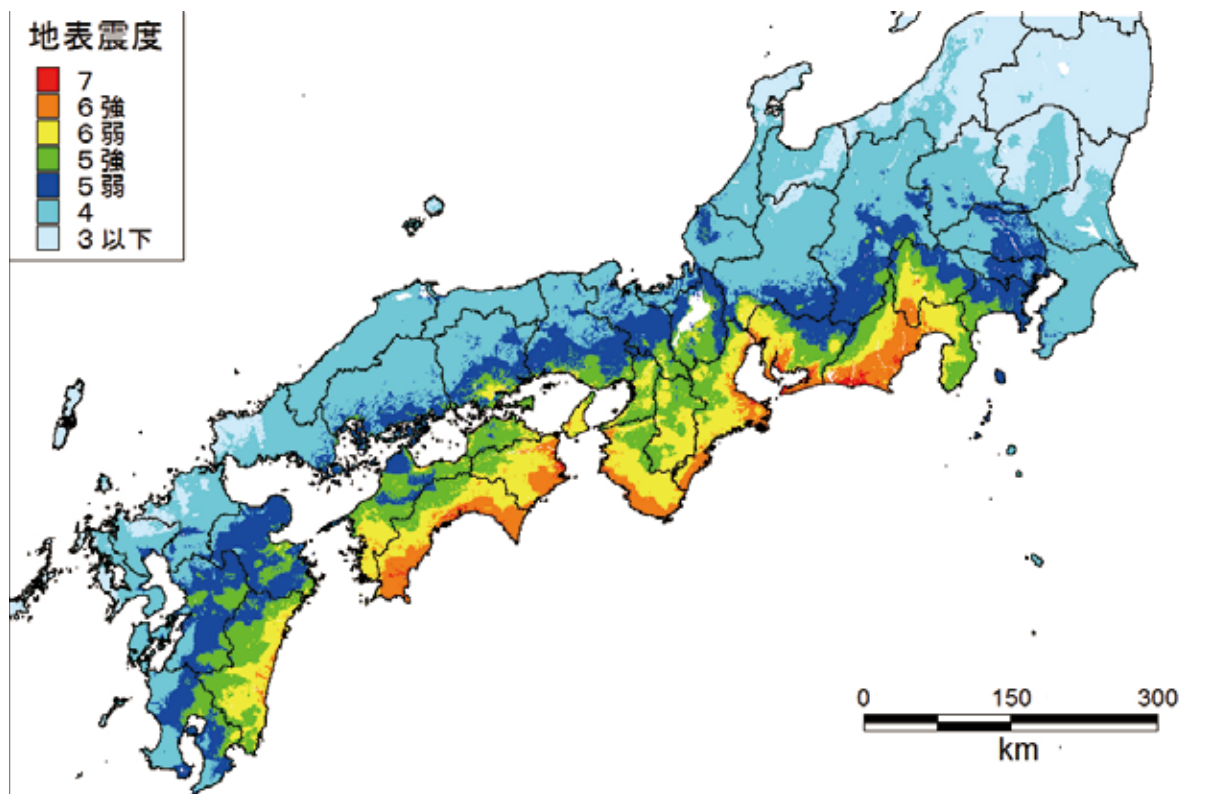


図4-17 ケース①基本ケースにおける想定震度分布
(H25 中央防災会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ 最終報告書)

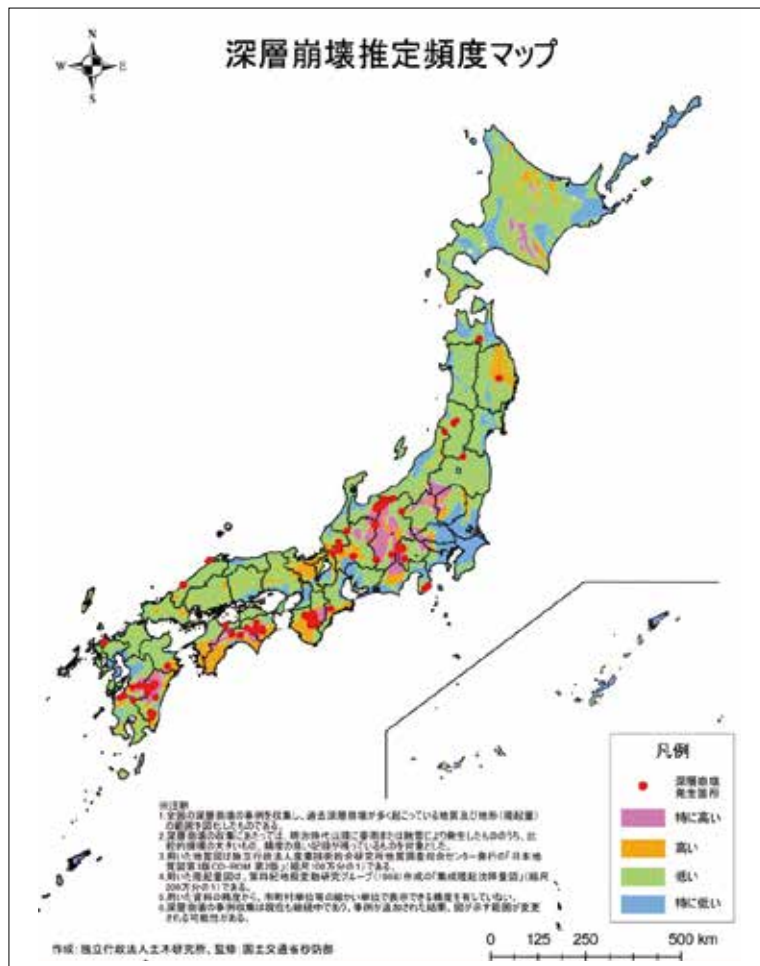


図4-18 深層崩壊危険度マップ
(独立行政法人土木研究所作成 国土交通省 2010)

2 海溝型巨大地震により発生が想定される土砂災害

海溝型巨大地震によって発生が想定される土砂災害としては、以下のようなものが考えられる。

①多数の崩壊

表4-2の東北地方太平洋沖地震の崩壊実績を見ると、全崩壊数は崩壊面積5000 m²以上のものの約17倍発生している。したがって、宝永地震・安政地震時に記録が残っていた大規模な崩壊の数十倍程度の数の崩壊は発生していたと考えるべきであり、震度5強程度以上が想定されているエリアの土砂災害警戒区域においては、事前対策も積極的に推進しておくべきである。

②天然ダムの形成

近年では海溝型地震よりも、内陸型地震（岩手・宮城内陸地震や長野県西部地震）や豪雨（紀伊半島）時に天然ダムが形成されるようなケースが目立っているが、一方で収集した歴史地震時の土砂移動現象について見ると、宝永地震時にも大谷崩れや白鳥山の崩壊が発生した際に天然ダムが形成されている。また、過去の深層崩壊の履歴を反映した「深層崩壊推定頻度マップ」の危険度の高いエリアは、想定される震度の大きな地域と重なる部分が多く、地形的な特徴にも共通点が多い。このことから、近年の事例はないものの、海溝型地震によって天然ダムが発生する可

能性は十分に想定される。

天然ダムの発生場所を事前にしぼり込むことは困難であるが、可能性の高い地域に対しては、発生直後の応急対策を機動的に展開できる体制づくりをすることが重要である。

③誘発地震による土砂災害

海溝型地震の発生後には本震に伴って、内陸直下型も含む余震、誘発地震が多数発生する。これらの余震、誘発地震による土砂災害発生リスクの増大・継続についても配慮しなければならない。

④長期的な土砂流出

歴史地震によって引き起こされた土砂災害に関しては、大谷崩れを擁する安倍川のように、その後何百年にもわたって崩壊跡地等から活発な土砂供給を続けているものもある。強い地震による影響を受け、多くの崩壊が発生したり、地すべりの活動が活発化したような流域においては、その後の降雨に対する脆弱性も増大していると考えられ、長期的な土砂流出による流砂系全体への影響は無視できない。

(小山内信智・井上公夫)

引用文献

- 千木良雅弘(2000):3.5 加奈木崩れ, 中村ほか:地震砂防, 古今書院, p.38-41
- 中央防災会議災害教訓の継承に関する専門調査会(2006):1707富士山宝永噴火報告書, 190p
- 土志田正二・井上公夫・島田徹・藤原信也・森島成昭・齊藤仁(2013):海溝型地震による大規模斜面崩壊発生地域の分布特性, 平成25年度砂防学会発表会概要集, p.A2-3
- 堀晃明(1997):天保壊宝堂中図で辿る広重の東海道五十三次旅景色, 人文社, 160p
- 市川大門町教育委員会(2000):『市川大門町一宮浅間宮帳』, 市川大門町郷土資料集, 6号, 228p
- 井上公夫(2005):元禄地震(1703)と富士山宝永噴火(1707)による土砂災害と復興過程—神奈川県山北町における最新の史科学・考古学的成果による再検討—, 歴史地震, 第20号, p.247-255
- 井上公夫(2013a):関東地震と土砂災害, 古今書院, 口絵, 16p, 本文, 226p
- 井上公夫(2013b):関東大震災・横浜の現地見学会報告—1923年9月1日のプールの逃避行ルートを歩く—, 地理, 58巻12号, 口絵, 8p, 本文, p.82-91
- 井上公夫・桜井亘(2009):宝永南海地震(1707)で形成された仁淀川中流(高知県越知町)の天然ダム, 砂防と治水, 187号, p.71-75
- 伊藤英之・小山内信智・西本晴男・臼杵伸浩・佐口治(2009):地震による崩壊発生箇所と震度分布との関係, 砂防学会誌, vol.61, No.5, p.46-51
- 角谷ひとみ・井上公夫・小山真人・富田陽子(2002):富士山宝永噴火(1707)後の土砂災害, 歴史地震, 第18号, p.133-147
- 建設省静岡河川事務所(1992):直轄河川改修60周年記念, 安倍川治水史, 357p
- 児玉幸多(1979):東海道分間延絵図, 第6巻 解説編, 53p
- 国土交通省中部地方整備局富士砂防事務所(2007):富士山周辺の地震と土砂災害, 72p
- 高知営林局(1967):佐喜浜川大道南山国有林崩壊地山腹既施工調査報告書, 72p
- 水山高久・森俊勇・坂口哲夫・井上公夫編著(2011):日本の天然ダムと対応策, 古今書院, 口絵, 4p, 本文, 187p
- 牟礼町教育委員会・香川大学工学部長谷川研究室(2002):1707年宝永地震による五剣山の崩壊に関する調査研究報告書, 25p
- 中村浩之・土屋智・井上公夫・石川芳治編(2000):地震砂防, 砂防学会地震砂防研究会, 古今書院, 口絵, 16p, p.114-115
- 田畑茂清・水山高久・井上公夫(2001):天然ダムと災害, 古今書院, 口絵, 8p, 本文, 206p
- 東京大学地震研究所(2011):2011年東北地方太平洋沖地震前後の活断層周辺における地震活動度変化, 地震予知連絡会会報, vol.87, p.97-100
- 内田太郎・片岡正次郎・岩男忠明・松尾修・寺田秀樹・中野泰雄・杉浦信男・小山内信智(2004):地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究, 国土技術政策総合研究所資料No.204, p.3-9