

第1章 『天然ダムと災害』 (2002) 以後の発生事例

1.1 河道閉塞と天然ダムの用語について

2002年に『天然ダムと災害』が発刊されてから、2年後の2004年10月23日17時56分に新潟県中越地震(M6.8)が発生した。この地震によって、中越地方の多くの河谷斜面で崩壊・地すべりが発生して、河道が閉塞され、数十箇所に「天然ダム」が形成された。その後、決壊による災害を防止するために、ハード・ソフト様々な対応策が実施された。

「天然ダム」という用語は、地形学や防災関係者でしばしば使われていた用語であったが、中越地震後の新聞投書で「天然という言葉が良いイメージにつながる」という指摘があり、当時の山古志村の長島忠美村長は、「天然はきれいなもののような印象を与える」と発言した。このため、国土交通省では2004年11月12日から「河道閉塞」という言葉を使うようになった。岩手・宮城内陸地震(2008)時には、報道機関では「震災ダム」「土砂崩れダム」「地すべりダム」という用語がしばしば使われた。

研究者や報道機関によって(2012年8月15日のGoogle検索結果)、「自然ダム」(1850万件)、「天然ダム」(569万件)、「土砂ダム」(71万件)、「土砂崩れダム」(27万件)、「震災ダム」(687万件)、「地すべりダム」(20万件)、「河道埋塞」(49万件)、「河道閉塞」(107万件)等の用語が使われ、混乱したままの状態となっている。

筆者らにも多くの問い合わせがあったので、最初に用語について整理してみる。

1) 「天然ダム」という用語

Schuster (1986) は、『Landslide dams』の中で、このような現象を詳しく説明している。

Schusterはこのような現象を、

- Constructed dam
- Landslide dam
- Glacial dam

と分類している。つまり、Landslide を Constructed の対句として使用している。

O'Connor & Costa (2004) は、世界の最も激甚な洪水災害の事例を収集・整理し、原因を

- Ice-dam failure
- Ice jam and snowmelt
- Proglacial-lake overflow
- Landslide-dam failure
- Caldera-lake breach
- Lake basin overflow
- Rainfall

と分類している。

英文のGoogle検索結果によれば、Natural dam が1億3500万件、Landslide dam が294万件、Natural landslide dam が187万件となっている。

英語のLandslide という用語は、Verns (1958, 1978) のように、落石・崩壊・土石流、泥流など、土砂移動のかなり広い意味で使

用されている (WP/WLI 1993、Cruden & Verns 1996)。

日本地すべり学会の地形地質用語委員会編 (2004) では、地すべりという用語を海外で広く使われている意味で「広義の地すべり」という用語を説明している。しかし、日本では「狭義の地すべり」の意味で、地すべりという用語が使われていることが多い。

日本地すべり学会関係者は、「狭義の地すべり」だけでなく、崩壊や土石流も含むという研究範囲を拡大する動きもあって、Schuster (1986) の『Landslide dams』を受けて、すべての現象で「地すべりダム」という用語を使っている (丸井ほか 2005、日本地すべり学会 2010 など)。

(社) 全国防災協会の二次災害防止研究会 (1986~1994) は『二次災害の予知と対策』(No.1~No.5) で、「天然ダム」と「河道埋塞」

という用語を用いている。特に、水山 (1994) は No.5 の第 1 編で「河道埋塞」の発生機構について詳しく説明している。

以上の状況に鑑み、田畑・水山・井上 (2002) では、本のタイトルを『天然ダムと災害』とした。本書でも、天然ダムという用語を用いる。

国土交通省河川局 (2005) の『国土交通省河川砂防技術基準同解析、計画編』では、「天然ダム等・・・」と表現された。2008 年の岩手・宮城内陸地震後の対応策では、国土交通省砂防部などの広報では、「天然ダム」という用語が使用されている。

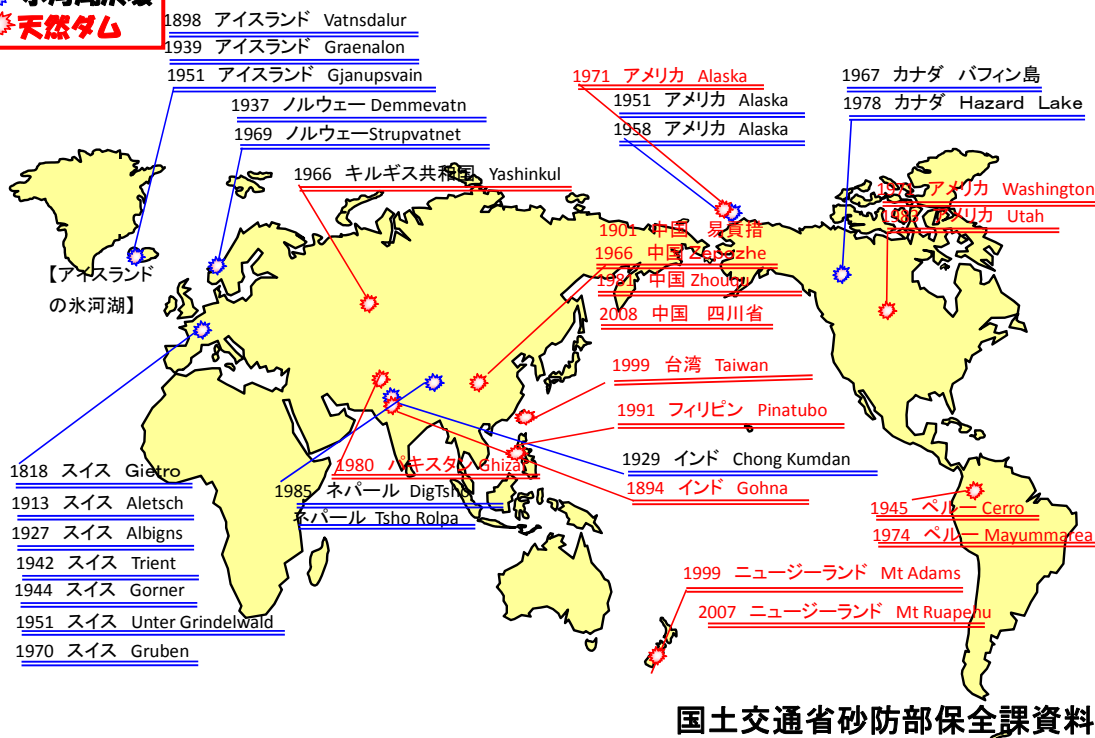
2011 年 9 月の台風 12 号では、「土砂ダム」「土砂崩れダム」「せき止め湖」「天然ダム」などの用語が使われている。

図 1.1 (口絵 1) は、世界の天然ダム災害の分布を「氷河湖決壊」と「大規模土砂移動に

世界の天然ダム

氷河湖決壊
天然ダム

近年の地球温暖化・異常降雨等により、氷河湖決壊、天然ダムによる災害の危険性は益々高まっている



国土交通省砂防部保全課資料

図 1.1 世界の天然ダム災害、氷河湖決壊の分布

よる天然ダム」に分けて示したものである。氷河湖決壊現象はスイスで 1818 年から発生しており、産業革命以後の近代化に伴って発生していることが分かる。ヒマラヤでは地球温暖化とは縁遠い生活（化石燃料を使っていない）をしている住民が一番先に地球温暖化の影響を受けているようである（山田 2002、ICIMOD 2011）。

2) 当時の人はどう表現したか

過去の天然ダム関係の土砂災害事例を調査すると、河道閉塞によって天然ダムが形成された事例も多い。表 1.1 は、河道閉塞による湛水現象の表現の変遷を示したものである（井上 2005c）。突然河道が閉塞され、上流側が湛水して徐々に水位が上昇して行く現象や満水後の決壊による洪水被害を目の当たりにした当時の住民や為政者は驚異に感じたであろう。

このため、天正地震（1586）時には「堰止メ」、会津地震（1611）時には「沼、新湖」、琵琶湖西岸地震（1662）や宝永地震（1707）時には「大池」、天和地震（1683）時には「湖水、五十里湖」、善光寺地震（1847）時には「湛水」、飛越地震（1858）時には「水溜、大水溜」、十津川水害（1889）時には「新湖」、濃尾地震（1891）時には「瀦水」、秋田仙北地震（1914）時には「新生ゼシ水面」、関東地震（1923）時には「震生湖」、長野県西部地震（1984）時には「自然湖、ダム湖」、兵庫県南部地震（1995）時には「天然ダム」など、様々な表現が使用されており、今までこれらの現象に対する用語についての学会などでの統一見解は出されていない。

また、1963 年にイタリアのバイオントダムで発生した貯水池周辺の地すべり災害後（尾崎 1966、奥田 1972、井上 2004b）、日本でも貯水池周辺の地すべり対策に多くの関心が集まるようになった（国土技術研究センター編 2010）。

1.2 天然ダム事例の集計（井上）

1) 天然ダム事例の一覧表

建設省中部地方建設局（1987）、井上・南・安江（1987）は、1984 年の長野県西部地震による御岳崩れ（伝上崩れ）による天然ダムの形成などをきっかけとして、日本国内で形成された天然ダムのうち、発生年月日と形成地点（1/2.5 万地形図上で位置と形態）、継続時間などがわかっている被災事例を収集・整理した。田畑・水山・井上（2002）の『天然ダムと災害』では、その後の 15 年間の調査結果を踏まえて、表 1.2 天然ダムによる被災事例の一覧を作成した。この一覧表では、29 災害 79 事例の特性を整理している。1.3～1.5 項で説明するように、2002 年以降、新潟県中越地震（2004）、宮崎県耳川（2005）、岩手・宮城内陸地震（2008）などで、多くの天然ダムが形成された。また、2 章で詳述するように、史料調査の進展によって、11 災害の天然ダムが明らかになった。上記以外にも重要と思われる事例を追加して、表 1.2 の日本の天然ダムの年次別災害一覧表（61 災害）を作成した。集計整理できた天然ダムは、61 災害 168 事例で、表 1.3 に示した。

地球惑星科学関連学会 2009 年合同学会では小嶋智・諏訪浩・横山俊治（2009）がコンペーナとなって、セッション（Y229）「地すべりダムとせき止め湖：形成から発展、消滅まで」が開催され、14 編の地すべりダム関連の発表が行われた。井上（2009）は、「大規模天然ダムの形成と決壊洪水の事例紹介」と題して、基調発表した。これらの発表の中には、形成年月日が判明していないため（14C 年代などは判明している）、表 1.2 や表 1.3 に採択しなかった事例もある。これらの事例については、1 章末の文献を参照して頂きたい。

図 1.2 は、表 1.3 をもとに作成した日本の天

表 1.1 河道閉塞による湛水現象の表現の変遷（井上 2005c）

時代区分	西暦	和暦	誘因・災害名	堰止めた崩壊	当時の表現
江戸以前	1586.01.18	天正十三年十一月二十九日	天正地震	帰雲山、他	「堰止メ…」等の動詞的表現
	地震で山がゆり崩れ、山河多く堰き止められ、内嶋氏の在所へ大洪水が襲来した」（宇野主水著『宇野主水日記』）				
江戸（前期）	1611.09.27	慶長十六年八月二十一日	会津地震	太平、他	沼、新湖
	「太平の山慶長十六年八月の地震に抜け落ちて沼と成れり」、「山崎前大川地形動上で流水湛、四方七里に横流す新湖となり」『新宮雑葉記』				
	1662.06.16	寛文二年五月一日	琵琶湖西岸地震	町居割れ	大池
「坊村の人家は浮流し、十五日辰下刻、切れて水位が低下したが、その後も町居から明王院の下付近まで湛水が残り、大池となっていた」『明王院文書』					
江戸（中期）	1683.10.20	天和三年九月一日	天和地震	葛老山崩壊	湖水、（五十里湖）
	「戸板山東斜面が大音響とともに崩れ落ちて、二つの河川を一気に堰き止めた。…二十四日後には小田川原という所まで湖水になった。」『新古郷案内記』				
	1707.10.28	宝永四年十月四日	宝永地震	大谷崩れ	大池
「安倍川の本川である三河内川を堰止め、天然ダムを形成した。この天然ダムは大池と呼ばれており」田畑・水山・井上（2002）天然ダムと災害、20 大池という名称の起源は記されている原本は不明。					
江戸（後期）	1847.05.08	弘化四年二月二十四日	善光寺地震	岩倉山、他	湛水
	「山中虚空蔵山また岩倉山抜け崩れ、犀川の大河を止め湛水に民家浮沈」小林計一郎（1985）善光寺地震、一地震後世俗語之種一、銀河書房、269p.				
	1854.12.23	安政元年十一月四日	安政東海地震	白鳥山崩壊	「堰止メ…」等の動詞的表現
	「富士川を三日間堰き止めた後決壊し」静岡県、1996、静岡県史、109 原本は不明				
	1858.04.09	安政五年二月二十六日	飛越地震	鷹崩れ	水溜、大水溜
「大水溜、水溜」安政大地震大鷹山小鷹山々崩大水淀見取絵図『杉木文書』					
明治	1889.08.20	明治 22 年	十津川災害	古屋山、他	新湖
	「河原樋川ヲ遮断シ一夫大新湖ヲ生ゼシガ此ニ至テ決壊シ」宇智吉野郡役所（1891）吉野郡水災誌、巻之巻～巻之十一（復刻版（1981）十津川村）				
	1891.10.28	明治 24 年	濃尾地震	板所山、他	瀦水
「瀦水」岐阜日日新聞、明治 24 年 11 月 12 日号の「水鳥の瀦水と板所山の崩壊の図」より					
大正	1914.03.15	大正 3 年	秋田仙北地震	布又沢、他	新二生ゼシ水面
	「新二生ゼシ水面」壁海（1915）震災予防調査会報告、82、31-36、大橋（1915）震災予防調査会報告、82、37-42 のどちらかだと思う				
	1923.09.01	大正 12 年	関東地震	秦野の地すべり	（震生湖）
「関東ローム層が地すべりを起こし、丘陵地内の小溪流を堰止め「震生湖」が形成された」田畑・水山・井上（2002）天然ダムと災害、32、震生湖という名称の起源が記されている原本は不明					
昭和	1930.11.26	昭和 5 年	北伊豆地震	梶山、他	「堰止メ…」等の動詞的表現
	「大野村入口に大なる山崩れあり。川を一時堰き止めて今尚小湖水をなす。」中央气象台（1930）昭和五年十一月二十六日北伊豆地震報告、134-135				
	1984.09.14	昭和 59 年	長野県西部地震	御岳崩れ	自然湖、ダム湖
「王滝川をせきとめてできた自然湖」長野県西部地震の記録編集委員会（1986）『まさか王滝に！』367p.「王滝川まるでダム湖」『まさか王滝に！』の本文中へ掲載の 1985.9.17 新聞記事（新聞社不明）より					
平成	1995.01.17	平成 7 年	兵庫県南部地震	仁川地すべり	天然ダム
	「多量の崩土が仁川を堰止め、小規模な天然ダムができました。」建設省河川局砂防部（1995）地震と土砂災害 61p.				

然ダムの形成地点一覧図である。この図は、防災科学技術研究所の志田正二氏に「地すべり地形分布図」をもとに、天然ダムの形成地点をプロットして頂いたものである。

2) 一覧表の作成方法

表 1.3 に示した天然ダムの一覧表は、田畑ほか (2002) 『天然ダムと災害』に掲載されている事例はそのまま記載し (一部修正)、表の引用文献の欄に章・項を前章項として示した。また、中村ほか (2000) 『地震砂防』の事例は、震章項として示した。『天然ダムと災害』と『地震砂防』の目次は本書の巻末に示した。本書で新たに説明している事例は、本書の章項を示した。その他の事例については、1 章末の引用・参考文献を参照して頂きたい。上記の文献などに記載されていない項目については、田畑ほか

(2002) と同じ手法で、1/2.5 万地形図をもとに計測したので、計測項目を簡単に説明する。

① 東経・北緯

天然ダムの形成地点の東経・北緯は、国土地理院の地図検索データから世界標準座標を示した。

② 発生誘因

天然ダムの発生誘因は、地震・豪雨・噴火に分けて示し、地震名や水害名も記した。

③ 流域面積 (A1)

流域面積は、河道閉塞地点より上流部について、1/2.5 万地形図、1/20 万地勢図などをもとに計測した。

④ 水系次数

水系次数は河川のおおよその規模を知る上で重要な要素であるので、1/2.5 万地形図上で谷幅よりも谷の奥行きが大きな谷を 1 次谷とみなし、河道閉塞地点の Strahler (1952) の水系次数を示した。

表 1.2 日本の天然ダムの年次別災害一覧表

事例 No.	発生年月日	事例の名称	発生誘因	事例 No.	発生年月日	事例の名称	発生誘因
1-1	714or715	天竜川・遠山川	○	33-1	1901.7.25	福島・半田新沼	■
2-1	887.8.22	千曲川・古千曲湖	○	34-1	1911.8.08	姫川・稗田山崩れ	■
3-1	1176.11.19	魚野川・石打	■?	35-1	1914.3.14	雄物川・布又沢	○
4-1	1441.7	高瀬川・鹿島川・八沢	■	36-1	1914.8.28	安倍川中流・藤野	■
5-1	1502.1.28?	姫川・真那板山	○	37-1	1915.6.06	焼岳噴火・大正池	▲
6-1	1586.1.18	庄川・綿雲山	○	38-1	1923.9.01	秦野市・震生湖	○
7-1	1611.12.03	阿賀野川・山崎新湖	○	39-1	1930.11.26	狩野川・奥野山	○
8-1	1642.9.3	一ツ瀬川・三納	■	40-1	1931~33	大和川・亀の瀬	■?
9-1	1661決壊時	木曾川・大棚入山	○?	41-1	1939.4.29	姫川・風張山	■
10-1	1662.6.16	安曇川・町居崩れ	○	42-1	1943.9.18	番匠川・大刈野	■
11-1	1683.10.20	鬼怒川・五十里崩れ	○	43-1	1945.10.03	信濃川・梓川・島々谷	■
12-1	1707.10.28	安倍川・大谷崩れ・大池	○	44-1	1949.12.26	日光市・七里	○
13-1	1714.4.28	姫川・岩戸山	○	45-1	1953.7.17	有田川・金剛寺	■
14-1	1718.8.22	天竜川・遠山川・和田	○	46-1	1961.6.27	天竜川・大西山	■
15-1	1742.8.30	荒川・矢那瀬	■	47-1	1965.9.13	揖斐川・徳山白谷	○■
16-1	1751.5.21	名立川・小田島	○	48-1	1967.5.04	姫川・大所川・赤禿山	■
17-1	1757.6.24	梓川・バタ崩れ	■	49-1	1971.7.16	姫川・小土山地すべり	■
18-1	1783.8.05	浅間山噴火・八ツ場	▲	50-1	1976.9.12	鏡川・敷ノ山	■
19-1	1788.8.27	物部川・堂の岡	■	51-1	1982.8.03	紀ノ川・和田地すべり	■
20-1	1793.2.08	追良瀬川中流	○	52-1	1984.9.14	木曾川・御岳崩れ	○
21-1	1847.5.08	犀川・岩倉山	○	53-1	1985.7.09	神戸市・清水	■
22-1	1854.12.23	安政東海地震	○	54-1	1991.3.23	浜田市・周布川	■
23-1	1858.4.09	常願寺川・鶯崩れ	○	55-1	1993.6.15	最上川・立谷沢川・濁沢	■
24-1	1870.9.18	木津川・伊賀上野	○■	56-1	1995.1.17	西宮市・仁川	○
25-1	1878	最上川・鮭川・大谷地	■	57-1	1997.5.05	信濃川・鬼無里村	■
26-1	1888.7.15	磐梯山・松原湖	▲	58-1	2000.1.06	阿賀野川・上川村	■
27-1	1889.8.19	十津川・塩野新湖	■	59-1	2004.10.23	信濃川・芋川・東竹沢	○
28-1	1891.6.16	姫川・ガラガラ沢	■	60-1	2005.9.06	耳川・野々尾	■
29-1	1891.10.28	揖斐川・根尾川・水島	○	61-1	2008.6.14	北上川・湯ノ倉温泉	○
30-1	1892.7.25	那賀川・高礪山	■				
31-1	1892.7.25	雄物川・善知島沢	○				
32-1	1900.12.03	富士川・大柳川・十谷	■				

地震 ○
発生誘因 豪雨 ■
噴火 ▲

表 1.3-1 日本の天然ダム事例一覧表(田畑ほか2002に事例を追記)

事例 No.	発生年月日	名称	東経 (度)	北緯 (度)	発生誘因 地震は名称とMを示す	流域面積 A1 (km ²)	水系次数	地質	土砂移動の形態
1-1	714.7.15	天竜川・遠山川・遠山	137.95	35.33	遠江地震,M6.5-7.5	247	6	付加複合体	地すべり
1-2	又は715	天竜川・遠山川・池口	137.97	35.33	遠江地震	30	4	付加複合体	岩層なだれ
2-1	887.8.22	千曲川・古千曲湖1	138.47	36.05	五畿七道,M8.0-8.5	353	7	第四系火山噴出物	岩層なだれ
2-2	888.6.20	千曲川・古千曲湖2	138.47	36.05	二次岩層なだれ	353	7	第四系火山噴出物	二次岩層なだれ
2-3	888.6.20	相木川・古相木湖	138.49	36.09	二次岩層なだれ	76	6	第四系火山噴出物	二次岩層なだれ
3-1	1176.11.19	魚野川・石打	138.80	36.97	豪雨?	78	6	新第三系火山岩類	地すべり
4-1	1441.7	信濃川・高瀬川・鹿島川・八沢	137.81	36.56	豪雨	68	5	新第三系堆積岩類	土石流
5-1	1502.1.28?	姫川・真那板山	137.87	36.87	越後南西部,6.5-7.0	405	7	付加複合体	初生地すべり
5-2	1502.1.28?	姫川・中谷川・清水山	137.92	36.82	越後南西部,6.5-7.0	55	6	新第三系堆積岩類	地すべり
6-1	1586.1.18	庄川・帰雲山崩れ	136.90	36.21	天正地震,M7.8-8.1	554	7	中生界火山岩類	初生地すべり
6-2	1586.1.18	庄川・三方崩山・東方	136.90	36.20	天正地震	80	6	古第三系火山岩類	土石流
6-3	1586.1.18	庄川・三方崩山・西方	136.88	36.16	天正地震	80	6	古第三系火山岩類	土石流
6-4	1586.1.18	庄川・前山地すべり	136.99	36.56	天正地震	1111	8	新第三系火山岩類	地すべり
6-5	1586.1.18	矢上川・海	137.58	35.32	天正地震	99	7	深成岩類	地すべり
6-6	1586.1.18	長良川・吉田川・水沢上	137.04	35.94	天正地震	16	5	第四系火山岩類	地すべり
7-1	1611.12.03	阿賀野川・山崎新湖	139.82	37.61	会津地震,M6.9	2700	8	第四系火山岩類	断層変位
8-1	1642.9.3	一ツ瀬川・三納川・三納	131.34	32.14	豪雨	13	6	新第三系堆積岩類	地すべり
9-1	1661決壊時	木曾川・大榎入山	137.79	35.84	天正地震?	6.5	4	変成岩類	地すべり
10-1	1662.6.16	安曇川・町居崩れ	135.87	35.26	琵琶湖西岸,7.4-7.8	68	6	付加複合体	地すべり
11-1	1683.10.20	鬼怒川・五十里崩れ	139.69	36.92	日光南会津,M7.0	270	7	新第三系火山岩類	地すべり
12-1	1707.10.28	安倍川・大谷崩れ・大池	138.33	35.28	宝永東海地震,M	19	5	付加複合体	土石流
12-2	1707.10.28	大谷崩れ・西日陰沢	138.32	35.28	宝永東海 8.4-8.7	5.7	4	付加複合体	土石流
12-3	1707.10.28	大谷崩れ・タチ沢	138.33	35.33	宝永東海	2.3	4	付加複合体	土石流
12-4	1707.10.28	富士川・下部・湯之奥	138.49	35.41	宝永東海	18	4	新第三系堆積岩類	地すべり
12-5	1707.10.28	富士川・白鳥山	138.54	35.21	宝永東海	3620	9	新第三系堆積岩類	地すべり
12-6	1707.10.28	仁淀川・鎌井田舞ヶ鼻	133.24	33.57	宝永南海	1140	8	付加複合体	地すべり
13-1	1714.4.28	姫川・岩戸山	137.89	36.74	信州小谷地震,M6.4	180	6	新第三系堆積岩類	地すべり
14-1	1718.8.22	天竜川・遠山川・和田	137.94	35.32	遠山地震,M7.0	292	6	付加複合体	地すべり
15-1	1742.8.30	荒川・矢那瀬	139.15	36.13	寛保洪水	881	8	変成岩類	地すべり
16-1	1751.5.21	名立川・小田島	138.10	37.09	高田地震,M7.2	76	5	新第三系堆積岩類	土石流
17-1	1757.6.24	信濃川・梓川・トバタ崩れ	137.70	36.14	豪雨	280	6	中生界火山岩類	地すべり
18-1	1783.8.05	吾妻川・八ツ場	138.72	36.56	浅間山噴火	708	8	第四系火山噴出物	天明泥流
18-2	1783.8.05	吾妻川・利根川合流	139.02	36.50	天明泥流	4000	9	第四系火山噴出物	
19-1	1788.8.27	物部川・上葎生川・堂の岡	133.94	33.76	豪雨	40	5	付加複合体	地すべり
19-2	1788.8.27	物部川・上葎生川・久保高井	133.93	33.76	豪雨	43	5	付加複合体	土石流
19-3	1790頃	重信川・本谷川・音田	132.95	33.82	豪雨	10.6	4	付加複合体	土石流
20-1	1793.2.08	追良瀬川中流	140.06	40.64	寛政西津軽,6.8-7.1	117	5	新第三系堆積岩類	地すべり
21-1	1847.5.08	信濃川・犀川・岩倉山(虚空蔵山)	138.05	36.59	善光寺地震, M7.4	2630	8	新第三系堆積岩類	地すべり
21-2	1847.5.08	信濃川・犀川・柳久保	138.95	36.56	善光寺地震	2.4	4	新第三系堆積岩類	地すべり
21-3	1847.5.08	信濃川・犀川・裾花川・岩下	137.96	36.71	善光寺地震	78	6	新第三系堆積岩類	地すべり
21-4	1847.5.08	信濃川・犀川・当信川	137.94	36.53	善光寺地震	5.7	3	新第三系火山岩類	地すべり
21-5	1847.5.08	信濃川・中津川・切明・南側	138.62	36.81	善光寺地震	112	5	新第三系火山岩類	地すべり
21-6	1847.5.08	信濃川・中津川・切明・西側	138.62	36.81	2箇所形成	104	5	新第三系火山岩類	地すべり
22-1	1854.12.23	大井川・笹間川・遠見山	138.14	35.02	安政東海地震,M8.4	34	5	新第三系堆積岩類	地すべり
22-2	1854.12.23	富士川・白鳥山	138.54	35.21	安政東海地震,M8.4	3620	8	新第三系堆積岩類	地すべり
23-1	1858.4.09	鷹崩れ・常願寺川・真川	137.52	36.54	飛越地震,M7.0-7.1	79	6	第四系火山噴出物	岩層なだれ
23-2	1858.4.09	鷹崩れ・常願寺川・湯川	137.32	36.34	飛越地震	10	5	第四系火山噴出物	岩層なだれ
23-3	1858.4.09	神通川・宮川・円山	137.17	36.34	飛越地震	212	6	変性岩類	地すべり
23-4	1858.4.09	神通川・宮川・元田	137.03	36.28	飛越地震	183	6	変性岩類	地すべり
23-5	1858.4.09	神通川・宮川・保木林	137.08	36.3	飛越地震	1092	8	変性岩類	地すべり
23-6	1858.9?	黒部川・地蔵岳	137.67	36.58	飛越地震の余震	179	6	深成岩類	地すべり
24-1	1854.7.9	木津川・伊賀上野	136.11	34.78	伊賀上野,M7.2-7.3	490	7	第四系堆積岩類	16年後豪雨氾濫
25-1	1877	最上川・鮭川・大谷地	140.21	38.91	豪雨	176	6	新第三系堆積岩類	地すべり
26-1	1888.7.15	磐梯山・桧原湖	140.06	37.65	水蒸気爆発	130	6	第四系火山噴出物	山体崩壊
26-2	1888.7.15	磐梯山・小野川湖	140.08	37.66	水蒸気爆発	36	5	第四系火山噴出物	山体崩壊
26-3	1888.7.15	磐梯山・秋元湖	140.11	37.65	水蒸気爆発	132	5	第四系火山噴出物	山体崩壊

1)天然ダムは発生年月日, 1/2.5万地形図で位置と形態の分かる事例 2)引用文献:章項は本書, 震章項は中村ほか(2000):地震砂防, 3)上記の文献にない数値は1/2.5万地形図をもとに計測した。 4)地質は産業総合研究所のシームレス地質図(2010年版)等を参考にした。

事例 No.	発生源 面積 A2 (m ²)	移動土 塊量 V1 (m ³)	水平 距離 (m)	比高 (m)	堰止 高 H1 (m)	堰止 幅 D (m)	堰止 長 L (m)	堰止土 量 V2 (m ³)	堰止 タイプ	湛水 高 H2 (m)	湛水面 積 A3 (m ²)	湛水量 V3 (m ³)	継続時間 T		引用文献
													秒 (s)	年・日	
1-1	9.0E+05	9.0E+07	2500	970	80	500	900	1.6E+07	C	80	8.5E+05	2.0E+07	3.2E+09	100年上	寺岡ほか(2006)
1-2	9.0E+05	9.0E+07	1500	800	160	600	800	3.8E+07	A	130	7.1E+05	3.1E+07	—	—	寺岡ほか(2006)
2-1	6.0E+06	3.5E+08	12500	1646	130	800	1800	2.0E+07	C	130	1.3E+07	5.8E+08	1.1E+05	303日	2章1項
2-2	—	—	—	—	50	400	—	—	C	50	2.8E+06	4.1E+07	3.9E+09	123年	2章1項
2-3	—	—	—	—	30	300	—	—	C	30	6.6E+05	6.6E+06	1.9E+10	600年	2章1項
3-1	7.1E+05	2.1E+07	1500	580	80	600	600	9.6E+06	A	80	3.4E+06	9.2E+07	—	—	湯沢砂防(2001)
4-1	6.4E+05	6.4E+06	5200	1420	80	750	800	3.2E+06	C	70	1.7E+06	4.0E+07	2.6E+05	3日	信濃教育会(1979)
5-1	1.4E+06	5.0E+07	1200	820	150	500	200	5.0E+07	A	140	2.7E+05	1.2E+08	不 明	—	前2章1項
5-2	4.0E+06	8.0E+07	1300	180	50	500	250	4.0E+07	A	50	4.3E+05	7.1E+06	不 明	—	松本砂防(2003)
6-1	5.0E+05	2.5E+07	2400	450	100	700	600	1.9E+07	A	90	4.9E+06	1.5E+08	1.7E+06	20日	前2章2項
6-2	3.6E+05	2.4E+06	2700	1200	70	250	400	1.0E+06	C	60	2.8E+05	6.0E+06	—	—	前2章2項
6-3	4.4E+05	3.0E+06	2800	1200	90	300	300	1.2E+06	C	70	3.2E+05	6.4E+06	—	—	前2章2項
6-4	7.0E+05	3.0E+07	1100	250	50	400	750	1.0E+07	A	100	9.0E+05	2.0E+07	1.7E+06	20日	野崎ほか(2006)
6-5	2.6E+05	1.7E+07	550	260	50	650	200	—	A	50	4.0E+05	6.7E+06	3.2E+08	10年	鈴木ほか(2008)
6-6	7.0E+05	7.0E+07	1300	270	60	700	800	1.3E+07	A	60	8.0E+05	1.6E+07	6.3E+09	200年上	越美山系砂防(1999)
7-1	—	—	—	—	10	—	—	—	—	10	3.8E+07	1.8E+08	—	—	井口・八木(2010)
8-1	7.5E+04	3.0E+06	250	160	60	120	200	1.2E+06	A	50	2.2E+05	4.4E+06	—	—	宮崎県土木部(2006)
9-1	1.7E+06	4.3E+07	2100	800	50	400	500	2.0E+07	C	30	1.9E+05	1.9E+06	—	85年?	宋倉ほか(2006)
10-1	6.0E+05	2.4E+07	1350	725	110	350	362	2.4E+07	A	37	4.8E+05	5.9E+06	1.2E+06	14日	前2章3項
11-1	1.3E+05	3.8E+06	450	220	70	700	400	3.8E+06	C	58	4.2E+06	6.4E+07	1.3E+09	41年	前2章4項
12-1	1.2E+06	1.2E+08	5100	800	30	500	650	4.0E+06	C	30	4.7E+05	4.7E+06	土砂埋積・消滅	—	前2章5項
12-2	—	—	—	—	—	200	—	—	B	—	—	8.1E+04	土砂埋積・消滅	—	前2章5項
12-3	—	—	—	—	—	120	—	—	B	—	—	4.4E+04	土砂埋積・消滅	—	前2章5項
12-4	8.0E+04	1.2E+06	900	360	70	250	100	9.0E+05	A	70	1.6E+05	3.7E+06	土砂埋積・消滅	—	2章3項
12-5	1.0E+05	5.0E+06	1200	450	30	350	400	2.4E+06	C	30	1.4E+06	1.4E+07	2.6E+05	3日	震3章4項
12-6	1.3E+05	4.4E+06	500	300	18	200	180	2.4E+06	A	18	4.8E+06	2.9E+07	3.5E+05	4日	2章2項
13-1	2.0E+05	4.0E+06	400	220	80	200	500	2.0E+06	A	80	1.4E+06	3.8E+07	2.6E+05	3日	2章4項
14-1	4.0E+04	8.0E+05	700	230	20	300	400	4.0E+05	A	20	1.4E+05	9.3E+05	6.0E+05	7日	富士砂防(2007)
15-1	4.0E+04	8.0E+05	200	80	40	120	100	6.0E+05	A	38	1.6E+06	2.0E+07	不 明	—	町田ほか(2009)
16-1	2.5E+05	5.0E+06	2100	410	50	430	460	2.0E+06	C	40	6.1E+05	8.1E+06	—	—	井上・今村(1999)
17-1	3.0E+05	9.0E+06	900	750	130	400	400	4.0E+06	A	130	2.0E+06	8.5E+07	1.7E+05	2日	2章5項
18-1	—	—	—	—	65	—	—	—	B	65	2.5E+06	5.1E+07	348	6分	2章6項
18-2	—	—	—	—	10	—	—	—	C	10	6.9E+05	2.3E+06	3600	1時間	2章6項
19-1	1.3E+05	2.0E+06	300	320	50	400	500	2.0E+06	A	36	1.8E+05	2.2E+06	3.2E+07	1.~2年	前2章6項
19-2	7.5E+04	7.5E+05	1400	570	36	130	330	4.0E+05	C	36	4.1E+04	4.9E+05	3.2E+07	1.~2年	四国山地砂防(2004)
19-3	3.0E+04	3.0E+05	800	280	20	200	300	6.0E+04	C	20	2.5E+05	1.7E+06	2.6E+05	数日後	四国山地砂防(2004)
20-1	1.0E+06	8.8E+07	1000	500	40	180	100	6.4E+06	A	40	5.5E+05	5.0E+06	1.3E+06	—	2章7項
21-1	8.4E+05	8.4E+07	1400	320	65	650	1000	2.1E+07	A	65	1.8E+07	3.5E+08	1.6E+06	19日	前2章7項
21-2	1.8E+05	1.5E+06	900	180	35	150	250	6.5E+05	A	35	7.3E+04	1.4E+06	決壊せず・現存	—	前2章7項
21-3	8.5E+04	1.2E+06	700	230	54	300	250	1.2E+06	A	48	9.8E+05	1.6E+07	9.5E+06	110日	前2章7項
21-4	2.0E+05	6.0E+06	600	200	60	250	400	4.0E+06	A	60	4.3E+05	8.6E+06	—	—	前2章7項
21-5	4.0E+05	2.0E+07	1000	350	110	200	300	1.0E+07	A	110	9.4E+05	2.8E+07	徐々に決壊	—	湯沢砂防(2001)
21-6	4.0E+05	2.0E+07	1000	350	110	200	300	1.0E+07	A	110	9.0E+05	2.6E+07	徐々に決壊	—	湯沢砂防(2001)
22-1	8.5E+04	4.3E+05	550	290	30	180	220	2.8E+05	A	30	1.7E+05	1.7E+06	5.2E+06	60日	富士砂防(2007)
22-2	3.8E+04	6.0E+05	1200	250	15	200	400	5.0E+05	A	15	8.0E+05	8.6E+06	86400	1日	震3章4項
23-1	1.3E+06	1.3E+08	1500	860	150	600	200	4.0E+05	C	150	7.5E+05	3.8E+07	1.2E+06	14日	前2章8項
23-2	1.3E+06	1.3E+08	1500	860	20	620	700	1.2E+07	C	20	6.4E+05	4.1E+06	5.1E+06	59日	前2章8項
23-3	4.0E+05	3.6E+06	350	250	20	550	700	3.6E+06	A	20	7.0E+05	4.7E+06	2.1E+05	57時間	井上(2009)
23-4	1.5E+05	2.2E+06	540	260	30	320	300	2.2E+06	A	30	3.4E+05	3.4E+06	4.7E+04	13時間	井上(2009)
23-5	9.0E+04	9.4E+05	420	190	30	250	200	9.4E+05	A	30	3.4E+05	3.4E+06	1.3E+07	148日	井上(2009)
23-6	2.4E+05	7.2E+06	1250	670	90	575	300	7.2E+06	C	90	4.8E+05	1.4E+07	不 明	—	井上(2009)
24-1	地震断層で木津川の下流側が隆起					—	—	—	—	8	9.0E+06	2.4E+07	不 明	—	井上・今村(1999)
25-1	1.6E+06	1.6E+07	1300	100	6	300	600	—	A	6	7.0E+05	1.4E+06	徐々に末端隆起	—	2章8項
26-1	4.8E+06	1.2E+09	4900	800	25	—	—	—	C	25	1.0E+07	1.5E+08	決壊せず・現存	—	前2章9項
26-2	4.8E+06	1.2E+09	6000	820	18	—	—	—	C	18	2.3E+06	1.4E+07	上部のみ決壊	—	前2章9項
26-3	4.8E+06	1.2E+09	6000	880	34	—	—	—	C	34	3.9E+05	4.4E+07	決壊せず・現存	—	前2章9項

前章項は田畑ほか(2002):天然ダムと災害の章項を示す。他事例の文献は1章末参照 3)東経・北緯は世界標準座標

5)河道閉塞のタイプ A:谷壁斜面の土砂移動, B:本流からの土砂流出, C:支流からの土砂流出

表1.3-2 日本の天然ダム事例一覧表(田畑ほか2002に事例を追記)

事例 No.	発生年月日	名称	東経(度)	北緯(度)	発生誘因 地震は名称とMを示す	流域面積 A1 (km ²)	水系 次数	地質	土砂移動の形態
27-1	1889.8.19	十津川・塩野新湖	135.76	34.20	十津川水害	184	6	付加複合体	地すべり
27-2	1889.8.19	十津川・辻堂新湖	135.76	34.17	十津川水害	276	6	付加複合体	土石流
27-3	1889.8.19	十津川・宇井新湖	135.74	34.16	十津川水害	282	6	付加複合体	地すべり
27-4	1889.8.19	十津川・牛ノ鼻新湖	135.74	34.14	十津川水害	324	6	付加複合体	その他
27-5	1889.8.19	十津川・立里新湖	135.70	34.16	十津川水害	28	5	付加複合体	土石流
27-6	1889.8.19	十津川・河原樋新湖	135.74	34.14	十津川水害	154	6	付加複合体	地すべり
27-7	1889.8.19	十津川・長殿新湖	135.77	34.13	十津川水害	437	7	付加複合体	土石流
27-8	1889.8.19	十津川・旭新湖	135.78	34.12	十津川水害	51	4	付加複合体	地すべり
27-9	1889.8.19	十津川・林新湖	135.75	34.08	十津川水害	530	7	付加複合体	地すべり
27-10	1889.8.19	十津川・川津新湖	135.74	34.05	十津川水害	642	7	付加複合体	土石流
27-11	1889.8.19	十津川・杉新湖	135.69	34.03	十津川水害	83	6	付加複合体	土石流
27-12	1889.8.19	十津川・五百瀬新湖	135.70	34.04	十津川水害	86	6	付加複合体	地すべり
27-13	1889.8.19	十津川・内野新湖	135.71	34.05	十津川水害	101	6	付加複合体	土石流
27-14	1889.8.19	十津川・山天新湖	135.71	34.04	十津川水害	92	6	付加複合体	土石流
27-15	1889.8.19	十津川・野広瀬新湖	135.77	34.05	十津川水害	656	7	付加複合体	土石流
27-16	1889.8.19	十津川・風屋新湖	135.78	34.04	十津川水害	657	7	付加複合体	地すべり
27-17	1889.8.19	十津川・野尻新湖	135.79	34.03	十津川水害	734	7	付加複合体	地すべり
27-18	1889.8.19	十津川・小原新湖	135.80	33.98	十津川水害	780	7	付加複合体	土石流
27-19	1889.8.19	十津川・小川新湖	135.85	33.97	十津川水害	36	6	付加複合体	地すべり
27-20	1889.8.19	十津川・山手新湖	135.76	33.96	十津川水害	7.3	4	付加複合体	地すべり
27-21	1889.8.19	十津川・柏溪新湖	135.77	33.95	十津川水害	3.2	4	付加複合体	地すべり
27-22	1889.8.19	十津川・無名新湖	135.66	33.94	十津川水害	0.6	3	付加複合体	地すべり
27-23	1889.8.19	十津川・突合新湖	135.74	34.10	十津川水害	7.0	5	付加複合体	土石流
27-24	1889.8.19	十津川・桂釜新湖	135.74	33.98	十津川水害	15	5	付加複合体	地すべり
27-25	1889.8.19	十津川・久保谷新湖	135.74	33.97	十津川水害	61	6	付加複合体	土石流
27-26	1889.8.19	十津川・大畑瀨	135.75	33.97	十津川水害	0.7	4	付加複合体	地すべり
27-27	1889.8.19	十津川・重里新湖	135.74	33.94	十津川水害	72	6	付加複合体	土石流
27-28	1889.8.19	十津川・西ノ陰新湖	135.75	33.94	十津川水害	75	6	付加複合体	土石流
27-29	1889.8.19	日高川・下柳瀨	135.46	33.88	和歌山豪雨災害	225	7	付加複合体	地すべり
27-30	1889.8.19	田辺川・右会津川・高尾山	135.41	33.78	和歌山豪雨災害	56	5	付加複合体	地すべり
27-31	1889.8.19	田辺川・会津川・槇山	135.44	33.77	和歌山豪雨災害	29	5	付加複合体	地すべり
27-32	1889.8.19	芳養川・中芳養小学校前左岸	135.36	33.78	和歌山豪雨災害	23	6	付加複合体	地すべり
27-33	1889.8.19	富田川・生馬川・篠原	135.50	33.96	和歌山豪雨災害	1.5	4	付加複合体	地すべり
28-1	1891.6.16	姫川・松川・ガラガラ沢	137.79	36.71	豪雨	18	5	付加複合体	土石流
29-1	1891.10.28	揖斐川・根尾川・水鳥	136.62	35.62	濃尾地震M8.0	258	7	付加複合体	断層変位
29-2	1891.10.28	根尾川・根尾西谷川	136.57	35.69	濃尾地震	104	6	付加複合体	地すべり
29-3	1891.10.28	揖斐川・坂内川・ナンノ崩壊	136.35	35.63	地震後豪雨	38	6	付加複合体	地すべり
30-1	1892.7.25	那賀川・高磯山	134.34	33.80	豪雨	480	5	付加複合体	地すべり
30-2	1892.7.25	海部川・保瀬	134.28	33.69	豪雨	56	6	付加複合体	地すべり
31-1	1896.8.31	雄物川・善知島沢・赤石台	140.67	39.44	陸羽地震M7.2	3.5	4	新第三系火山岩類	地すべり
32-1	1900.12.03	富士川・大柳川・十谷	138.40	35.51	豪雨	24	5	新第三系堆積岩類	地すべり
33-1	1901.7.25	半田新沼	140.50	37.88	豪雨	1.5	3	新第三系堆積岩類	地すべり
34-1	1911.8.08	姫川・稗田山崩れ	137.94	36.82	豪雨	360	7	第四系火山岩類	地すべり
35-1	1914.3.14	雄物川・布又沢	140.30	39.47	秋田仙北地震M7.1	1.3	4	新第三系堆積岩類	地すべり
35-2	1914.3.14	雄物川・猿井沢	140.31	39.48	秋田仙北地震	0.42	3	新第三系堆積岩類	地すべり
36-1	1914.8.28	安倍川中流・蕨野	138.36	35.13	豪雨	145	6	付加複合体	地すべり
37-1	1915.6.06	信濃川・梓川・大正池1	137.61	36.22	焼岳噴火	110	5	第四系火山岩類	噴火・土石流
37-2	1926.7.23	信濃川・梓川・大正池2	137.61	36.22	噴火後豪雨	110	5	第四系火山岩類	噴火・土石流
38-1	1923.9.01	秦野市・震生湖	139.21	35.36	関東地震M7.9	0.19	2	第四系火山岩類	地すべり
38-2	1923.9.01	酒匂川・谷我	139.04	35.36	関東地震	185	7	第四系火山岩類	地すべり
38-3	1923.9.01	相模川・串川・鳥谷馬石	139.23	35.56	関東地震	7.8	4	新第三系火山岩類	地すべり
38-4	1923.9.01	小田原市・曾我谷・剣沢	139.19	35.31	関東地震	0.98	3	第四系堆積岩類	土石流
38-5	1923.9.01	和田町・白渚	139.99	35.03	関東地震	17	5	新第三系堆積岩類	地すべり
38-6	1923.9.01	養老川・市原市上原	140.12	35.42	関東地震	190	7	新第三系堆積岩類	地すべり
38-7	1923.9.01	小櫃川・袖ヶ浦市富川橋	140.02	35.38	関東地震	240	7	新第三系堆積岩類	地すべり
38-8	1923.9.01	小糸川・津市市人見	139.87	35.34	関東地震	130	7	新第三系堆積岩類	地すべり
39-1	1930.11.26	狩野川・奥野山	138.94	34.95	北伊豆地震M7.3	0.36	2	第四系火山岩類	土石流
40-1	1931~33	大和川・亀の瀬地すべり	135.68	34.58	河床隆起	700	7	新第三系堆積岩類	地すべり
41-1	1939.4.21	姫川・風張山	137.91	36.81	豪雨	190	6	新第三系堆積岩類	地すべり
42-1	1943.9.18	番匠川・大刈野	131.66	32.93	豪雨	19	5	付加複合体	地すべり

1)天然ダムは発生年月日、1/2.5万地形図で位置と形態の分かる事例 2)引用文献:章項は本書、震章項は中村ほか(2000):地震砂防、3)上記の文献にない数値は1/2.5万地形図をもとに計測した。 4)地質は産業総合研究所のシームレス地質図(2010年版)等を参考にした。

事例 No.	発生源 面積 A2 (m ²)	移動土 塊量 V1 (m ³)	水平距 離 L1 (m)	比高 (m)	堰止 高 H1 (m)	堰止 幅 D (m)	堰止 長 L (m)	堰止土 量 V2 (m ³)	堰止 タイプ	湛水 高 H2 (m)	湛水面 積 A3 (m ²)	湛水量 V2 (m ³)	継続時間 T		引用文献
													秒 (s)	年・日	
27-1	2.5E+05	5.0E+06	1100	630	80	180	350	2.5E+06	A	80	6.4E+06	1.7E+07	2.5E+04	7時間	前2章10項
27-2	4.6E+05	2.3E+07	1400	740	18	88	450	3.6E+04	C	18	1.3E+05	7.8E+05	3.6E+03	1時間	前2章10項
27-3	1.1E+05	1.6E+06	430	260	10	130	380	2.3E+05	A	10	2.8E+05	9.3E+05	1.8E+04	5時間	前2章10項
27-4	—	—	—	—	—	6	70	—	C	6	1.3E+05	2.6E+05	3.5E+05	4日	前2章10項
27-5	2.7E+05	5.4E+06	1500	570	140	400	180	3.4E+06	C	140	5.5E+05	2.6E+07	5.2E+05	6日	前2章10項
27-6	1.3E+06	2.6E+07	850	450	80	530	750	1.3E+07	A	80	1.5E+06	4.0E+07	1.5E+06	17日	前2章10項
27-7	9.4E+04	5.6E+06	950	410	12	230	200	2.7E+05	C	12	1.8E+05	7.2E+05	—	—	前2章10項
27-8	2.2E+05	8.8E+06	850	420	25	120	300	4.5E+05	A	25	1.1E+05	9.2E+05	1.8E+04	5時間	前2章10項
27-9	1.5E+05	3.7E+06	630	380	110	150	690	3.1E+06	A	63	2.4E+06	4.2E+07	6.1E+04	17時間	前2章10項
27-10	4.5E+05	3.6E+07	1600	720	10	150	200	1.5E+05	C	10	1.7E+05	5.6E+05	1.1E+04	3時間	前2章10項
27-11	2.6E+05	5.2E+06	1500	540	20	110	120	1.0E+05	C	15	1.2E+05	6.0E+05	3.6E+03	1時間	前2章10項
27-12	6.0E+04	1.5E+06	400	330	25	180	200	4.4E+05	A	25	2.2E+05	1.8E+06	—	—	前2章10項
27-13	1.2E+05	3.6E+06	1800	620	15	100	130	9.4E+05	C	15	2.5E+05	1.3E+06	1.8E+04	5時間	前2章10項
27-14	6.3E+04	1.3E+06	900	380	20	150	100	1.5E+05	C	20	1.6E+05	1.0E+06	—	—	前2章10項
27-15	1.0E+06	2.0E+07	1400	640	28	250	500	1.7E+06	A, C	28	3.5E+05	3.2E+06	—	—	前2章10項
27-16	1.7E+05	2.5E+06	600	380	25	180	300	8.5E+05	A	25	2.0E+05	1.6E+06	5.8E+04	16時間	前2章10項
27-17	1.1E+05	1.7E+06	380	230	10	130	280	2.8E+05	A	10	1.6E+05	5.2E+05	—	—	前2章10項
27-18	2.1E+05	1.1E+06	1200	450	7	130	250	7.3E+04	A	7	2.8E+05	6.5E+05	7.2E+03	2時間	前2章10項
27-19	5.0E+05	2.0E+07	900	370	190	600	500	1.0E+07	A	190	6.0E+05	3.8E+07	4.3E+05	5日	前2章10項
27-20	2.3E+05	6.6E+06	500	300	80	300	350	4.2E+06	A	80	4.5E+05	1.2E+07	1.9E+06	22日	前2章10項
27-21	1.6E+05	4.9E+06	450	320	70	170	450	2.6E+06	A	70	7.3E+04	1.7E+06	1.9E+06	22日	前2章10項
27-22	5.6E+04	3.4E+06	500	260	60	350	150	2.6E+06	A	50	7.0E+04	1.2E+06	8.6E+05	10日	前2章10項
27-23	4.5E+04	1.4E+06	800	340	75	450	90	1.1E+06	A	75	3.6E+05	9.0E+06	8.6E+04	1日	前2章10項
27-24	7.5E+04	1.5E+06	350	200	60	250	250	1.1E+06	A	60	3.2E+05	6.4E+06	3.6E+03	1時間	前2章10項
27-25	1.1E+05	4.4E+06	900	280	20	300	200	6.0E+05	A	20	1.9E+05	1.3E+06	3.2E+04	9時間	前2章10項
27-26	1.1E+05	4.4E+06	380	220	25	130	330	9.3E+05	A	15	2.1E+04	1.1E+05	決壊せず	現存	前2章10項
27-27	1.8E+05	3.7E+06	750	430	25	250	250	6.3E+05	A	25	2.1E+05	1.8E+06	3.2E+04	9時間	前2章10項
27-28	2.0E+04	3.0E+05	350	220	20	100	120	2.3E+05	A	20	5.5E+04	4.0E+05	3.2E+04	9時間	前2章10項
27-29	5.0E+04	5.0E+05	280	140	40	250	160	2.5E+05	A	40	9.6E+05	1.3E+07	—	—	2章9項
27-30	2.0E+05	4.0E+06	720	320	30	150	540	2.0E+06	A	15	3.8E+04	1.9E+05	1.1E+04	3時間	2章9項
27-31	2.4E+05	7.2E+06	900	400	30	250	540	3.6E+06	A	20	6.0E+04	4.0E+05	1.8E+04	5時間	2章9項
27-32	8.0E+04	8.0E+05	400	140	15	400	200	4.0E+05	A	15	5.3E+05	2.7E+06	—	不明	2章9項
27-33	3.6E+04	3.6E+05	300	220	40	150	120	1.8E+05	A	30	6.8E+04	6.8E+05	1.3E+08	4年後	2章9項
28-1	2.1E+05	3.2E+06	1500	640	55	500	230	3.2E+06	C	55	1.7E+05	3.1E+05	決壊せず	徐々に	前2章11項
29-1	4.4E+04	8.8E+04	400	—	—	—	—	—	—	6	6.8E+05	1.4E+06	決壊せず	徐々に	前4章2項
29-2	3.7E+04	1.5E+06	320	150	60	235	250	1.8E+06	A	60	4.0E+05	8.1E+06	不明	不明	前4章2項
29-3	2.1E+05	1.5E+06	1200	500	38	110	250	9.6E+05	A	38	1.5E+05	2.0E+06	5.2E+05	6日	前4章2項
30-1	1.6E+05	4.0E+06	630	400	80	250	330	3.3E+06	A	80	2.8E+06	7.5E+07	1.9E+05	52時間	前2章13項
30-2	1.6E+05	2.0E+06	600	220	45	300	600	2.0E+06	A	45	9.5E+05	1.4E+07	1.1E+05	30時間	前2章14項
31-1	7.0E+04	2.0E+06	350	140	45	200	500	1.0E+06	A	45	8.3E+04	1.2E+06	不明	不明	山崎(1896)
32-1	1.5E+05	1.5E+06	700	350	60	120	200	4.0E+05	A	60	6.4E+04	1.3E+06	対策工	徐々に決壊	2章10項
33-1	4.2E+05	1.3E+07	1300	470	—	—	—	—	—	—	—	—	2.8E+08	9年	前2章15項
34-1	3.0E+06	1.5E+08	6000	1000	60	250	500	1.9E+06	C	60	1.7E+06	3.4E+07	3.1E+05	87時間	2章11項
35-1	1.0E+04	2.6E+05	110	55	10	100	100	4.5E+04	A	10	1.0E+04	3.3E+04	不明	不明	碧海(1918)
35-2	1.8E+03	2.3E+04	35	20	8	60	100	4.5E+04	A	8	1.0E+04	2.7E+04	不明	不明	鷲谷(2002)
36-1	3.6E+04	3.0E+05	300	280	15	500	200	2.0E+05	A	15	3.2E+05	1.6E+06	3.0E+02	5分	2章12項
37-1	9.4E+04	1.7E+06	2100	800	4.5	600	330	9.0E+05	C	4.5	3.9E+05	5.3E+05	決壊せず	徐々に	前2章17項
37-2	—	—	—	—	10	600	330	2.0E+06	C	10	3.5E+04	1.2E+06	決壊せず	徐々に	前2章17項
38-1	1.4E+04	2.3E+05	130	25	10	120	200	1.8E+05	A	10	1.1E+04	3.7E+04	決壊せず	現存	前2章18項
38-2	2.3E+05	2.3E+06	900	350	10	100	200	1.0E+05	A	10	1.0E+05	3.4E+05	2.2E+04	6時間	井上(2008b)
38-3	4.0E+04	5.0E+05	200	130	10	150	200	2.5E+05	A	10	2.1E+04	6.5E+04	—	—	井上(2008b)
38-4	—	—	—	—	—	—	—	—	B	—	—	—	15日後豪雨で決壊	不明	井上(2008b)
38-5	—	—	—	81	10	—	—	—	A	10	1.0E+04	3.0E+04	数時間後に決壊	不明	井上(2008b)
38-6	—	—	200	80	—	—	40	—	A	—	—	—	人工開削	不明	井上(2008b)
38-7	—	—	—	—	3	—	—	—	A	—	—	—	徐々に決壊	不明	井上(2008b)
38-8	6.0E+03	6.0E+04	80	50	12	70	70	3.0E+04	A	12	—	—	2.2E+04	6時間	井上(2008b)
39-1	9.8E+04	4.8E+05	1200	6	320	200	150	6.0E+04	B	6	1.4E+05	2.7E+05	徐々に決壊	不明	井上(2005)
40-1	2.7E+05	6.0E+07	1300	90	15	150	170	9.1E+05	A	10	2.0E+06	1.0E+07	人工開削	不明	前2章19項
41-1	1.2E+05	6.5E+06	350	230	30	250	350	3.0E+06	A	23	2.2E+05	1.6E+06	8.6E+04	3日	尾沢ほか(1975)
42-1	4.9E+04	1.5E+06	230	140	80	430	250	1.5E+06	A	80	5.2E+05	1.4E+07	決壊せず	不明	前2章20項

前章項は田畑ほか(2002):天然ダムと災害の章項を示す。他事例の文献は1章末参照 3)東経・北緯は世界標準座標
5)河道閉塞のタイプ A:谷壁斜面の土砂移動, B:本流からの土砂流出, C:支流からの土砂流出

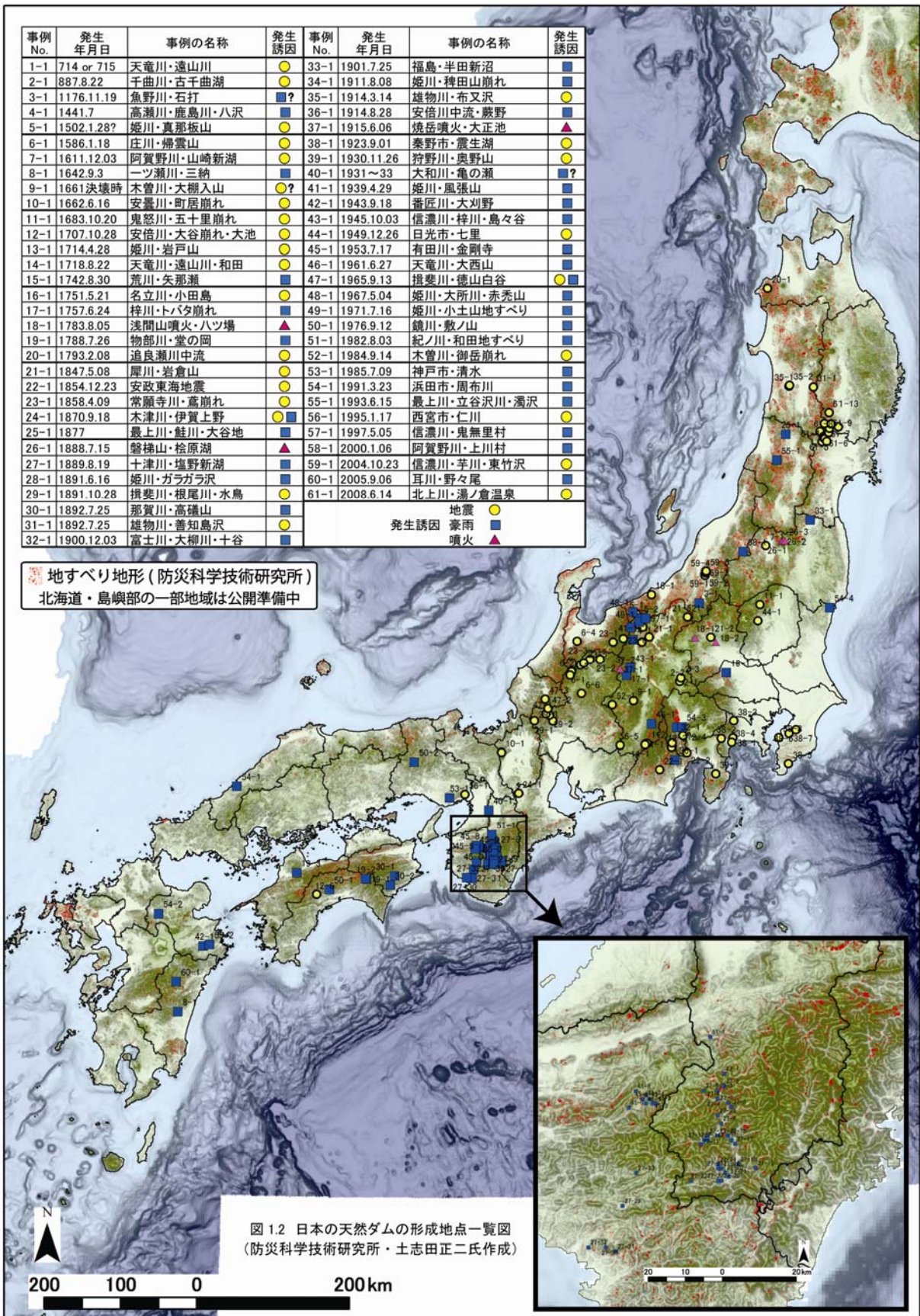
表1.3-3 日本の天然ダム事例一覧表(田畑ほか2002に事例を追記)

事例 No.	発生年月日	名称	東経(度)	北緯(度)	発生誘因 地震は名称とMを示す	流域面積 A1 (km ²)	水系次数	地質	土砂移動の形態
43-1	1945.10.03	信濃川・梓川・島々谷	137.76	36.23	豪雨	55	5		
44-1	1949.12.26	鬼怒川・大谷川・日光市七里	139.65	36.73	今市地震M6.4	0.25	2	第四系火山岩類	地すべり
45-1	1953.7.17	有田川・金剛寺	135.56	34.13	有田川水害	50	6	付加複合体	地すべり
45-2	1953.7.17	有田川・金剛寺小	135.56	34.13	有田川水害	51	6	付加複合体	土石流
45-3	1953.7.17	有田川・箕谷	135.55	34.13	有田川水害	2.5	3	付加複合体	土石流
45-4	1953.7.17	有田川・高野谷	135.54	34.14	有田川水害	59	6	付加複合体	土石流
45-5	1953.7.17	有田川・北寺	135.53	34.13	有田川水害	60	6	付加複合体	地すべり
45-6	1953.7.17	有田川・柳瀬一ノ谷	135.52	34.14	有田川水害	66	6	付加複合体	地すべり
45-7	1953.7.17	有田川・中谷	135.53	34.15	有田川水害	3.1	4	付加複合体	地すべり
45-8	1953.7.17	有田川・臼谷	135.50	34.16	有田川水害	0.4	3	付加複合体	地すべり
45-9	1953.7.17	有田川・清水町板尾	135.48	34.12	有田川水害	99	6	付加複合体	地すべり
46-1	1961.6.27	天竜川・小渋川・大西山	138.04	35.56	三六水害	130	6	深成岩類	地すべり
47-1	1965.9.13	徳山白谷	136.52	35.71	濃尾地震後豪雨	7.4	5	付加複合体	地すべり
47-2	1965.9.13	越山谷	136.55	35.77	濃尾地震後豪雨	0.6	3	付加複合体	土石流
47-3	1965.9.13	真名川・西谷村中島	136.51	35.88	濃尾地震後豪雨	174	6	付加複合体	土石流
48-1	1967.5.04	姫川・大所川・赤禿山	137.82	36.89	融雪豪雨	80	5	新第三系堆積岩類	土石流
49-1	1971.7.16	姫川・小土山地すべり	137.91	36.77	豪雨	310	6	新第三系堆積岩類	地すべり
50-1	1976.9.12	鏡川・敷ノ山	133.42	33.63	台風17号災害	9.5	5	付加複合体	地すべり
50-2	1976.9.13	揖保川・福地・一宮の地すべり	134.61	35.15	台風17号災害	152	7	新第三系堆積岩類	地すべり
51-1	1982.8.03	紀ノ川・吉野川・和田	135.72	34.29	豪雨	140	7	付加複合体	地すべり
52-1	1984.9.14	木曾川・王滝川・御岳崩れ	137.48	35.8	長野県西部M6.8	120	6	第四系火山噴出物	土石流
53-1	1985.7.09	神戸市北区山田町・清水	135.12	34.73	豪雨	2.4	5	新第三系堆積岩類	地すべり
54-1	1991.3.23	浜田市・周布川	132.07	34.83	豪雨	123	7	新第三系火山岩類	地すべり
54-2	1991.5.08	筑後川・矢瀬川・藪川	131.02	33.29	豪雨	1.6	4	新第三系火山岩類	地すべり
54-3	1991.9.19	富士川・市川大門町・神有	138.48	35.51	豪雨	0.04	1	新第三系堆積岩類	地すべり
54-4	1991.10.12	北茨城市上小津田・根古屋川	140.71	36.84	豪雨	0.12	2	古第三系堆積岩類	地すべり
55-1	1993.6.15	最上川・立谷沢川・濁沢	140.05	38.61	融雪豪雨	12	3	新第三系火山岩類	地すべり
55-2	1993.8.29	番匠川・佐伯市小半	131.75	32.95	豪雨	80	6	付加複合体	地すべり
56-1	1995.1.17	西宮市・仁川	135.34	34.77	兵庫県南部M7.3	7.4	4	第四系堆積岩類	地すべり
57-1	1997.5.05	信濃川・裾花川・鬼無里村	138.01	36.81	豪雨	4.8	2	新第三系堆積岩類	土石流
58-1	2000.1.06	新潟県・上川村	139.48	37.55	豪雨	15	3	新第三系堆積岩類	地すべり
59-1	2004.10.23	信濃川・芋川・東竹沢	138.90	37.30	新潟県中越地震	19	5	新第三系堆積岩類	地すべり
59-2	2004.10.23	信濃川・芋川・十二平	138.90	37.29	新潟県中越M6.8	24	5	新第三系堆積岩類	地すべり
59-3	2004.10.23	信濃川・芋川・樗木	138.91	37.32	新潟県中越	8.9	4	新第三系堆積岩類	地すべり
59-4	2004.10.23	信濃川・芋川・南平	138.92	37.33	新潟県中越	8.3	4	新第三系堆積岩類	地すべり
59-5	2004.10.23	信濃川・芋川・寺野	138.92	37.34	新潟県中越	4.8	3	新第三系堆積岩類	地すべり
60-1	2005.9.06	耳川・野々尾	131.30	32.50	豪雨	410	7	付加複合体	地すべり
61-1	2008.6.14	北上川・一迫川・湯ノ倉温泉	140.76	38.89	岩手・宮城内陸地震	25		第四系火山噴出物	地すべり
61-2	2008.6.14	北上川・一迫川・湯浜	140.73	38.92	岩手・宮城内陸M7.2	17		第四系火山噴出物	地すべり
61-3	2008.6.14	北上川・一迫川・川原小屋沢	140.75	38.90	岩手・宮城内陸	15		第四系火山噴出物	地すべり
61-4	2008.6.14	北上川・一迫川・温湯	140.78	38.86	岩手・宮城内陸	44		第四系火山噴出物	地すべり
61-5	2008.6.14	北上川・一迫川・小川原	140.78	38.84	岩手・宮城内陸	71		第四系火山噴出物	地すべり
61-6	2008.6.14	北上川・一迫川・浅布	140.79	38.83	岩手・宮城内陸	74		新第三系堆積岩類	地すべり
61-7	2008.6.14	北上川・一迫川・坂下	140.82	38.80	岩手・宮城内陸	76		第四系火山噴出物	地すべり
61-8	2008.6.14	北上川・二迫川・荒砥沢	140.85	38.90	岩手・宮城内陸	20		第四系火山噴出物	地すべり
61-9	2008.6.14	北上川・三迫川・沼倉裏沢	140.86	38.91	岩手・宮城内陸	17		第四系火山噴出物	地すべり
61-10	2008.6.14	北上川・三迫川・沼倉	140.86	38.91	岩手・宮城内陸	18		第四系火山噴出物	地すべり
61-11	2008.6.14	北上川・磐井川・産女川	140.87	38.95	岩手・宮城内陸	4.4		第四系火山噴出物	地すべり
61-12	2008.6.14	北上川・磐井川・須川	140.80	39.01	岩手・宮城内陸	17		新第三系堆積岩類	地すべり
61-13	2008.6.14	北上川・磐井川・槻木平	140.88	39.03	岩手・宮城内陸	60		第四系火山噴出物	地すべり
61-14	2008.6.14	北上川・磐井川・市野々原	140.90	39.00	岩手・宮城内陸	67		新第三系堆積岩類	地すべり
61-15	2008.6.14	北上川・磐井川・下真坂	141.01	38.96	岩手・宮城内陸	152		第四系火山噴出物	地すべり

1)天然ダムは発生年月日、1/2.5万地形図で位置と形態の分かる事例 2)引用文献:章項は本書、震章項は中村ほか(2000):地震砂防、3)上記の文献にない数値は1/2.5万地形図をもとに計測した。 4)地質は産業総合研究所のシームレス地質図(2010年版)等を参考にした。

事例 No.	発生源 面積 A2 (m ²)	移動土 塊量 V1 (m ³)	水平距 離 L1 (m)	比高 (m)	堰止 高 H1 (m)	堰止 幅 D (m)	堰止 長 L (m)	堰止土 量 V2 (m ³)	堰止 タイプ	湛水 高 H2 (m)	湛水面 積 A3 (m ²)	湛水量 V2 (m ³)	継続時間 T		引用文献
													秒 (s)	年・日	
43-1	1.4E+04	7.0E+03	1000	530	15	50	100	3.0E+04	C	15	5.0E+03	2.5E+04	直ちに決壊		松本砂防(2003)
44-1	3.0E+03	9.0E+03	200	40	8	50	100	4.5E+03	A	8	2.0E+03	5.3E+03	決壊せず・現存		震4章5項
45-1	3.0E+04	5.2E+06	830	350	60	480	500	2.6E+06	A	60	8.4E+05	1.7E+07	3.6E+06	42日	前5章2項
45-2	1.4E+05	1.4E+06	1000	380	20	170	250	3.0E+05	C	—	—	—	直ちに決壊		前5章2項
45-3	—	—	—	—	3	50	—	—	B	3	4.0E+03	4.0E+03	—	—	前5章2項
45-4	—	—	—	—	10	30	80	1.7E+04	C	5	1.8E+04	3.0E+04	埋没して消滅		前5章2項
45-5	8.0E+04	6.4E+05	380	180	10	120	150	1.8E+05	A	10	1.4E+04	4.7E+04	6.0E+01	1分	前5章2項
45-6	1.0E+04	4.5E+04	150	110	5	40	120	2.4E+05	A	5	9.0E+03	1.5E+04	—	—	前5章2項
45-7	9.3E+04	4.6E+05	300	180	40	100	200	4.0E+05	A	35	2.3E+04	2.7E+05	5.8E+06	67日	前5章2項
45-8	2.5E+04	2.5E+05	180	30	25	80	90	9.0E+04	A	20	9.0E+03	6.0E+04	—	—	前5章2項
45-9	3.6E+04	1.8E+05	250	180	15	90	150	9.0E+04	A	15	1.6E+05	8.0E+05	直ちに決壊		2章9項
46-1	1.6E+05	3.0E+06	200	40	6	50	800	2.4E+06	A	6	2.0E+05	4.0E+05	直ちに決壊		前2章23項
47-1	4.1E+04	1.8E+06	5000	200	65	260	150	9.8E+05	A	50	1.2E+05	2.0E+06	一部決壊・開削		前4章2項
47-2	4.9E+04	9.8E+05	1200	200	10	280	450	6.3E+05	A	10	8.7E+04	2.9E+05	—	—	前4章2項
47-3	3.5E+04	2.0E+05	700	420	15	250	200	2.0E+05	A	15	2.9E+05	1.5E+06	4.8E+02	8分	高橋(1988)
48-1	1.2E+05	5.0E+05	1800	690	15	100	150	1.0E+05	C	15	4.0E+04	2.0E+05	6.9E+07	800日	松本砂防(2003)
49-1	2.4E+04	2.0E+06	200	75	—	60	150	—	A	—	2.5E+04	—	自然流出		前2章24項
50-1	5.0E+04	8.0E+05	400	300	20	100	150	1.5E+05	A	10	1.0E+04	3.3E+04	自然流出		鏡村(1976)
50-2	6.0E+04	8.1E+05	450	120	10	250	600	6.0E+05	A	10	1.0E+05	3.0E+05	人工開削		島(1987)
51-1	3.1E+04	5.0E+05	300	120	15	130	180	1.8E+05	A	15	2.5E+04	1.3E+05	人工開削		前2章25項
52-1	4.1E+04	3.4E+07	1300	650	40	280	3300	2.6E+07	C	40	3.3E+05	3.7E+06	決壊せず・現存		前4章1項
53-1	2.2E+03	1.8E+04	65	35	6	7	30	1.2E+03	A	3	8.0E+02	8.0E+02	人工開削		前2章27項
54-1	2.0E+04	3.0E+05	150	210	15	30	100	5.0E+04	A	15	3.0E+03	1.5E+04	人工開削		島根県砂防課(1994)
54-2	4.0E+03	8.0E+03	40	30	10	50	150	8.0E+03	A	10	2.5E+03	8.0E+03	人工開削		大分県砂防課(1994a)
54-3	2.0E+04	1.5E+05	200	80	—	—	100	1.0E+05	A	—	—	—	人工開削		山梨県砂防課(1994)
54-4	2.2E+04	2.2E+05	130	30	5	20	110	5.0E+03	A	5	—	—	人工開削		茨木県砂防課(1994)
55-1	2.0E+06	4.7E+07	600	500	—	—	300	1.3E+07	A	—	—	—	自然流出		柳原ほか(1994)
55-2	2.0E+04	2.0E+05	250	40	6	70	100	1.0E+05	A	6	7.0E+04	1.4E+05	人工開削		大分県砂防課(1984b)
56-1	1.8E+04	3.6E+04	150	30	5	50	120	1.8E+04	A	5	—	—	人工開削		土砂災害年報(1996)
57-1	1.0E+05	9.3E+05	420	50	40	50	415	8.0E+04	A	22	6.3E+03	2.1E+05	人工開削		前2章28項
58-1	2.5E+03	3.6E+04	420	50	20	24	90	2.2E+04	A	20	2.3E+04	7.6E+04	土砂埋塞		前2章29項
59-1	1.0E+05	1.3E+06	350	100	32	300	350	6.6E+05	A	28	2.8E+05	2.6E+06	人工開削		1章3項
59-2	—	—	—	—	—	—	—	—	A	—	—	—	自然流出		1章3項
59-3	—	—	—	—	—	—	—	—	A	—	—	—	自然流出		1章3項
59-4	—	—	—	—	—	—	—	—	A	—	—	—	自然流出		1章3項
59-5	8.0E+04	1.0E+06	360	120	31	230	360	3.0E+05	A	26	4.5E+05	3.9E+05	人工開削		1章3項
60-1	1.5E+05	3.9E+06	500	250	57	120	370	2.0E+06	A	57	1.4E+05	2.6E+06	1.8E+04	5時間	1章4項
61-1	6.1E+04	2.5E+06	500	270	32	90	660	8.1E+05	A	22	4.5E+04	4.6E+05	上部侵食・現存		1章5項
61-2	1.2E+05	3.0E+06	340	250	50	200	1000	2.2E+06	A	42	5.7E+04	7.9E+05	決壊せず現存		1章5項
61-3	3.0E+04	6.0E+05	200	70	24	170	400	2.1E+05	A	24	1.7E+04	1.1E+05	—	—	1章5項
61-4	2.6E+04	3.8E+05	270	220	3	80	580	7.4E+05	A	—	—	—	一部自然流出・現存		1章5項
61-5	4.2E+04	4.9E+05	340	130	18	200	520	4.9E+05	A	12	3.4E+03	2.7E+04	不明者捜索で開削		1章5項
61-6	1.7E+04	3.0E+05	200	120	7	220	220	3.0E+05	A	6	7.5E+03	1.0E+04	決壊せず現存		1章5項
61-7	3.5E+04	9.0E+04	130	130	3	20	80	9.0E+04	A	—	—	—	人工開削		1章5項
61-8	1.1E+06	6.7E+07	1300	150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1章5項
61-9	1.2E+05	2.9E+06	250	110	26	160	560	1.2E+06	A	26	5.4E+04	3.1E+05	6.0E+05	7日	1章5項
61-10	1.0E+05	2.7E+05	480	160	7	120	300	2.7E+05	A	—	—	—	不明者捜索で開削		1章5項
61-11	1.4E+05	1.3E+07	420	230	50	200	260	1.2E+07	A	—	—	—	小規模湛水多数		1章5項
61-12	4.6E+04	3.9E+05	300	140	10	130	280	3.9E+05	A	10	2.0E+04	9.5E+04	自然流出		1章5項
61-13	7.2E+03	8.0E+04	80	60	5	60	160	8.0E+04	A	—	—	—	LP計測時点で湛水無		1章5項
61-14	1.1E+05	3.6E+06	430	130	33	200	700	1.7E+06	A	29	2.0E+05	1.8E+06	一部人工開削・現存		1章5項
61-15	1.3E+03	1.0E+04	80	30	7	30	60	2.0E+04	A	—	—	—	LP計測時点で湛水無		1章5項

前章項は田畑ほか(2002):天然ダムと災害の章項を示す。他事例の文献は1章末参照 3)東経・北緯は世界標準座標
5)河道閉塞のタイプ A:谷壁斜面の土砂移動, B:本流からの土砂流出, C:支流からの土砂流出



⑤ 地質

地質は産業総合研究所の 1/20 万のシームレス地質図 (2010 年版) などを参考に記載した。

⑥ 土砂移動の形態

河道閉塞した土砂移動のタイプを「地すべり」、「土石流」、「噴火」、「断層変位」などに分類して示した。

⑦ 発生源面積 (A2)

発生源の面積は、文献中の数値、もしくは地形図から計測した。面積の計測にはプランメーターやデジタルナイフを持ちる方法と土砂移動の形状を三角形・台形・長方形などに近似して計測した。

⑧ 移動土砂量 (V1)

V1 は A2 に平均の深さを想定して算出した。

⑨ 水平距離, 比高

水平距離は土砂移動の頭部から河床までの距離、比高は土砂移動の頭部から河床までの比高を示す (図 1.3 参照)。

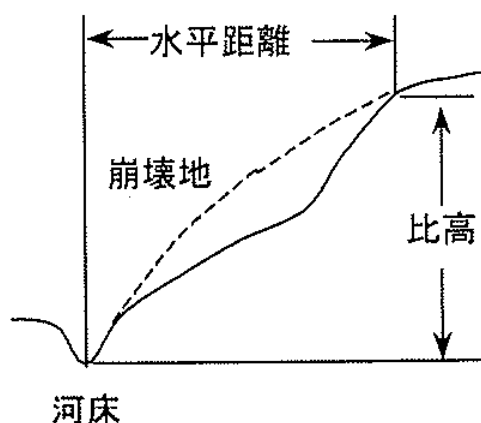


図 1.3 河道閉塞土砂の水平距離と比高の概念図 (田畑ほか 2002)

⑩ 堰止め高 (H1), 堰止め幅 (D), 堰止め長 (L), 湛水高 (H2)

これらの数値は、図 1.4 の概念図をもとに、文献中の数値、または 1/2.5 万地形図から計測した。

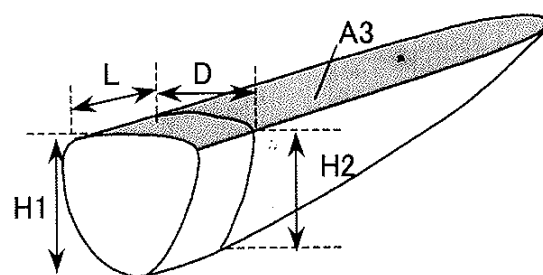


図 1.4 天然ダム の H1, D, L, H2, A3 の概念図 (田畑ほか 2002)

⑪ 堰止め土量 (V2)

堰止め土量は、文献中の数値、または 1/2.5 万地形図から三角柱として、次式で計測した。

$$V2 = 1/2 \times H1 \times D \times L$$

⑫ 堰止めタイプ

堰止めタイプは以下の 3 つに区分した。

- A: 谷壁斜面の崩壊・地すべりによる河道閉塞
- B: 本流上流からの土砂流出による河道閉塞
- C: 支川上流からの土砂流出による河道閉塞

⑬ 湛水面積 (A3)

湛水面積は、文献中の数値、または 1/2.5 万地形図から湛水標高の等高線に囲まれた範囲を計測した。

⑭ 湛水量 (V3)

湛水量は、文献中の数値、または湛水の形状を三角錐と想定して、次式で計測した。

$$V3 = 1/3 \times A3 \times H2$$

⑮ 継続時間 (T)

継続時間は河道閉塞の時から天然ダムの湛水が消滅するまでの時間を秒と年月日で示した。満水後すぐに決壊している場合には、段波状の決壊洪水が生じている場合が多いが、長時間経過後の決壊では徐々に流出している場合も多い。徐々に土砂が流入して埋没してしまったものや開削工事によって解消された場合もある。また、決壊せず現存している天然ダムもあり、地域の貴重な水源や観光資源となっている場合もある。

3) 天然ダムの規模別順位

表 1.3 と図 1.2 を比較検証すると、天然ダムの疎密度があり、日本列島の地形・地質条件に関連していることが判る。図 1.2 の背景には、地形の起伏状況と防災科学技術研究所が公開している地すべり地形を示している。

表 1.4 と 1.5 は、表 1.3 をもとに集計した天然ダムの湛水量と湛水高の順位表である。

湛水量の最大値は、五畿七道地震(888)による八ヶ岳の古千曲湖 1 で 5.8 億 m³にも達す

る。10 位でも那賀川の高磯山(1783)で、吾妻川の八ツ場地点で 7500 万 m³となっている。

湛水高の最大値は、十津川水害時(1889)の小川新湖で 190m にも達する。8 位は十津川の林新湖(1889)と善光寺地震(1847)時の信濃川の支流・中津川の切明の 2 箇所天然ダムで、110m にも達する。

表 1.4 日本の天然ダムの湛水量の順

順位	事例 No.	発生年月日	名称	発生原因 地震名称(M)	湛水高 (m)	湛水量 (m ³)
1	2-1	887.8.22	千曲川・古千曲湖 1	五畿七道, M8.0-8.5	130	5.8E+08
2	21-1	1847.5.08	信濃川・犀川・岩倉山	善光寺地震, M7.4	65	3.5E+08
3	27-9	1889.8.20	十津川・林新湖	紀伊半島水害	110	1.8E+08
4	6-1	1586.1.18	庄川・帰雲山崩れ	天正地震, M7.8-8.1	90	1.5E+08
5	26-1	1888.7.15	磐梯山・桧原湖	水蒸気爆発	25	1.5E+08
6	7-1	1611.12.03	阿賀野川・山崎新湖	会津地震, M6.9	10	1.3E+08
7	5-1	1502.1.28?	姫川・真那板山	越後南西部, 6.5-7.1	140	1.2E+08
8	3-1	1176.11.19	魚野川・石打	豪雨?	80	9.2E+07
9	17-1	1757.6.24	信濃川・梓川・トバタ崩れ	豪雨	130	8.5E+07
10	30-1	1892.7.25	那賀川・高磯山	豪雨	80	7.5E+07

表 1.5 日本の天然ダムの湛水高の順位

順位	事例 No.	発生年月日	名称	発生原因 地震名称(M)	湛水量 (m ³)	湛水高 (m)
1	27-19	1889.8.21	十津川・小川新湖	紀伊半島水害	3.8E+07	190
2	23-1	1858.4.09	鳶崩れ・常願寺川・真川	飛越地震, M7.0-7.1	3.8E+07	150
3	5-1	1502.1.28?	姫川・真那板山	越後南西部, 6.5-7.1	1.2E+08	140
4	27-5	1889.8.19	十津川・立里新湖	紀伊半島水害	2.6E+07	140
5	1-2	714or715	天竜川・遠山川・池口	遠江地震	3.1E+07	130
6	2-1	887.8.22	千曲川・古千曲湖 1	五畿七道, M8.0-8.5	5.8E+08	130
7	17-1	1757.6.24	信濃川・梓川・トバタ崩れ	豪雨	8.5E+07	130
8	27-9	1889.8.20	十津川・林新湖	紀伊半島水害	1.8E+08	110
8	21-5	1847.5.08	信濃川・中津川・切明・南側	善光寺地震	2.8E+07	110
8	21-6	1847.5.08	信濃川・中津川・切明・西側	2箇所形成	2.6E+07	110

このような大規模天然ダムが形成された場合、新潟県中越地震(2004)や岩手・宮城内陸地震(2008)時のような天然ダム対策(ハード対策)は困難であろう。湛水高が高く、湛水量が大きな天然ダムが形成された場合の対応策(警戒避難を主とするソフト対策)も検討しておく必要がある。

1.3 新潟県中越地震（2004）による天然ダム

2004年10月24日に新潟県中越地震では、砂防学会や日本地すべり学会、土木学会、地盤工学会などが調査団を派遣し、多くの調査結果を学会誌やホームページで公開している。また、多くの調査・研究者が学会や大学などの研究発表会で成果を公表している。

国土地理院や独立行政法人防災科学技術研究所なども、独自の調査結果を公表している。また、各航測会社も地震前後に撮影した航空写真や判読図などを公表している。

国土交通省北陸地方整備局・湯沢砂防事務所や新潟県では、天然ダム形成に伴うソフト・ハードの対応策を実施し、各機関などのホームページなどで、途中経過を含めて詳しく公表するようになった。

井上・向山（2007）では、2006年1月に新しく図化された1/2.5万地形図を用いた地形図判読によって作成した図表を紹介している。本項では、これらの図から新潟県中越地震の被災地域の地形・地質特性と天然ダムの形成状況について説明する。

1) 東山丘陵の地形・地質特性

新潟県の中越地方は、標高300～500mの丘陵性山地からなり、新第三紀層地すべりの多発地帯である。2004年の新潟県中越地震の震源は、魚野川東側の東山丘陵と呼ばれる地帯で、多くの土砂災害、天然ダムが形成された。東山丘陵の中央部を北から南方向に芋川（流域面積39.3km²）が流下し、小千谷市竜光地先で魚野川に流入している。

図1.5は、1/5万地質図「小千谷」図幅（柳沢ほか、1986、地質調査所）をもとに、白黒で編集し直したものである。図1.6は、1/2.5万地形図「小平尾」、「半蔵金」、「小千谷」、「片貝」

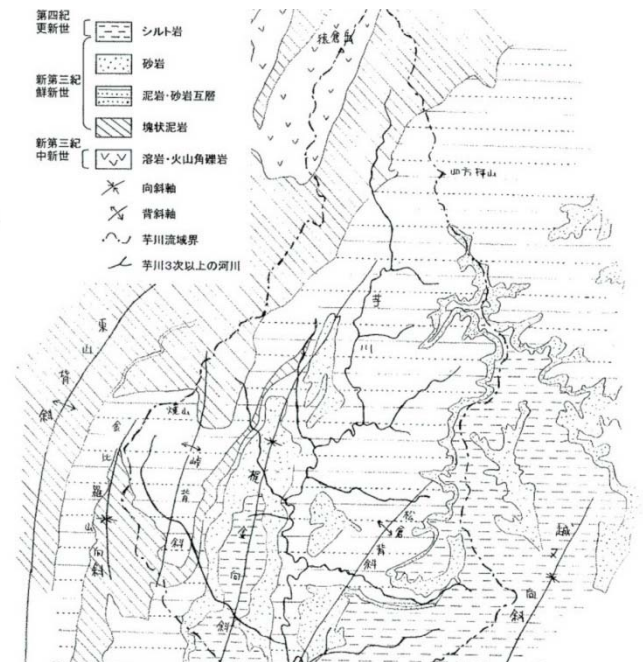


図 1.5 芋川流域の地質図（1/5万地質図幅「小千谷」（柳沢ほか1986）をもとに作成）

の新図幅（地震直後に改測された）をもとに、1kmの谷埋め法で接峰面を作成したものである。

新第三紀中新世の溶岩・火山角礫岩からなる地帯が400～700mの起伏の大きな山地（猿倉岳）からなるのに対し、新第三紀鮮新世～第四紀更新世（塊状泥岩、泥岩・砂岩互層、砂岩、シルト岩）からなる地帯は、300～500mの丘陵性山地からなっている。

芋川本川は北北東～南南東に延びる梶金向斜軸の東側を大きく陥入蛇行しながら流下していて、深い溪谷をなしている。接峰面（スカイラインに近似する）はかなり平坦であり、東山丘陵地帯の隆起が激しいことが判る。

芋川の水系網はこの地域の地質構造に調和している。しかし、完全に一致している訳ではなく、芋川の流路は向斜軸から東側に少しずれている。梶金向斜軸付近や東側の流域界になっている尾根部には、砂岩層が分布している。この地域の砂岩層はシルト岩・砂泥互層に比較し、

透水性が高いため、侵食に対する抵抗性が高い。このため、芋川はより侵食されやすい東側の地区を選択して流下している。このため、大規模な河道閉塞を起こした寺野と東竹沢地区は 20～30 度の流れ盤構造を示している。

2) 中越地震による災害状況の分布

新潟県中越地震では、震源に近かった東山丘陵を中心に多くの崩壊や地すべり、土石流が発生した。東山丘陵を北から南に向かって、芋川が流下し、魚野川に流入している。芋川流域に存在した旧山古志村へ通じる道路はほぼ完全に通行不能となったため、全村避難の緊急措置がとられた。この芋川流域の複数個所で河道閉塞現象が発生し、上流域で徐々に湛水が始まり、天然ダム（表 1.3 の事例 No.59）が形成されるようになった。

図 1.7 は、(株)パスコと国際航業(株)が中越地震翌日の 10 月 24 日に撮影した航空写真をもとに図化した 1/1 万平面図をもとに、芋川の河床断面図と天然ダムの河道閉塞位置を示したものである。河道閉塞の背後には天然ダムが最高水位となった時点の水位標高と湛水範囲を示してある。芋川の河床勾配は、魚野川合流地点で 0.6%（魚野川本川 0.3%）、東竹沢地点で 1.0%、寺野地点で 3.5%となっている。寺野地点は土石流が流下した場合の停止勾配（2%）よりも急勾配となっている。

その他の河道閉塞地点の天然ダムは堰止め高が 10m 以下で、湛水量はあまり多くない。これらの天然ダムは、自然消滅や人工開削によって安全な状態になった。しかし、堆砂による天然ダムの消滅は、河床上昇による河積の減少や道路・人家・田畑の埋没という現象を引き起こした。

表 1.6 は、芋川流域で最も規模の大きかった寺野と東竹沢の天然ダムの状況を比較したものである。

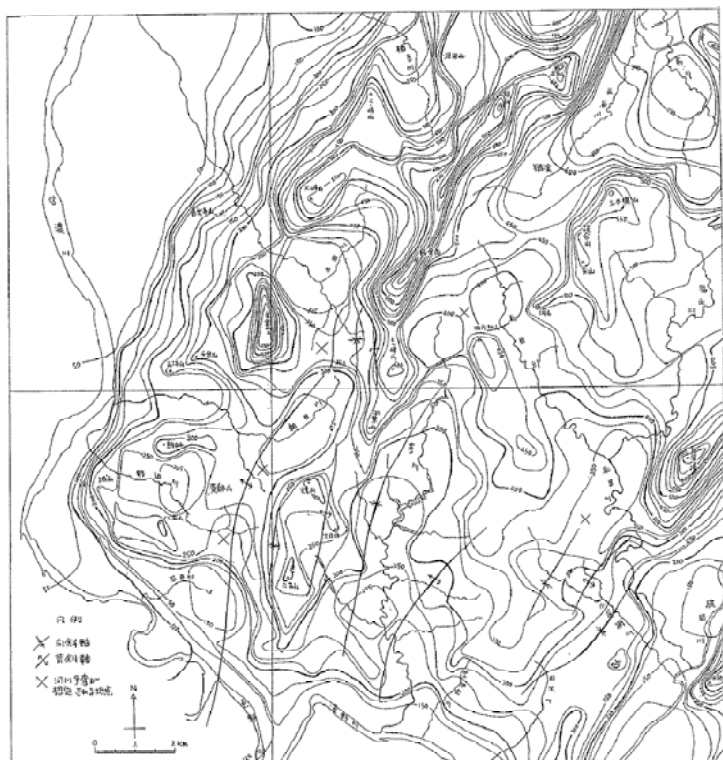


図 1.6 東山丘陵の接峰面図(1km 谷埋め法)
(井上・向山 2007)

国土地理院では、中越地震翌日の 2004 年 10 月 24 日に航空写真を撮影し、災害状況の写真判読を行い、10 月 29 日に公表している（図 1.8）。この時点では芋川流域で数箇所の河道閉塞箇所を認めているが、上流部に湛水はしていなかった。5 日後の 10 月 28 日に航空写真を撮影し、判読結果を 11 月 1 日に公表している（図 1.9）。また、16 日後の 11 月 08 日に航空写真を撮影し、判読結果を 11 月 12 日に公表している（図 1.10）。図 1.8～1.10 を比較すると、河道閉塞された上流部に湛水が始まり、次第に湛水範囲が拡大しつつあることが判る。

特に、上流部の寺野地区と東竹沢地区の天然ダムは規模が大きく、4 章で詳述するように様々な対応策が構築された。

表 1.6 寺野と東竹沢の天然ダムの比較

(北陸地方整備局中越地震復旧対策室・湯沢砂防事務所 2004)

地区		寺野	東竹沢
流域面積		4.87km ²	18.6km ²
河道閉塞の規模	高さ	31.1m	31.5m
	最大長	260m	320m
	最大幅	123m	168m
	堰き止め土量	30.3万m ³	65.6万m ³
	最大湛水量	38.8万m ³	256万m ³
地すべりの規模	長さ	360m	350m
	幅	230m	295m
	想定深さ	25m	30m
	移動土砂量	104万m ³	129万m ³

3) 寺野と東竹沢の地形変化

財団法人深田地質研究所の大八木規夫理事は、2000～06年の『Fukadaken News』に、「地すべり地形の判読」を長期にわたって連載した。図 1.11、図 1.12 は寺野地区と東竹沢地区の新潟県中越地震前後の写真判読結果（大八木 2005）を示したものである。

写真 1.1、1.2 は寺野地区、写真 1.3、1.4 は東竹沢地区の地震前後の航空写真で、立体視できるように配列してある。これらの写真を立体視して、図 1.11、図 1.12 の判読結果を比較検証して欲しい。大八木（2007）には、詳細な判読結果が示している。

① 寺野地区

寺野地区で今回土砂移動した範囲は、地震前の航空写真によれば、大きな地すべりブロックの中・下部斜面が急激な地すべり変動を起こし、芋川を河道閉塞したことが判る。地震後の写真は4日後の10月28日の撮影であるため、上流側の湛水が広がり始めている。対岸を通っていた雪崩対策の覆工は、地すべり土塊でほぼ完全に押し潰されている。地震前に寺野地区に存在した曲がりくねった道路は、ほぼ完全に破壊されている。寺野地区を含む東山丘陵（芋川流域）は、地すべり地帯で「魚沼こしひかり」で有名

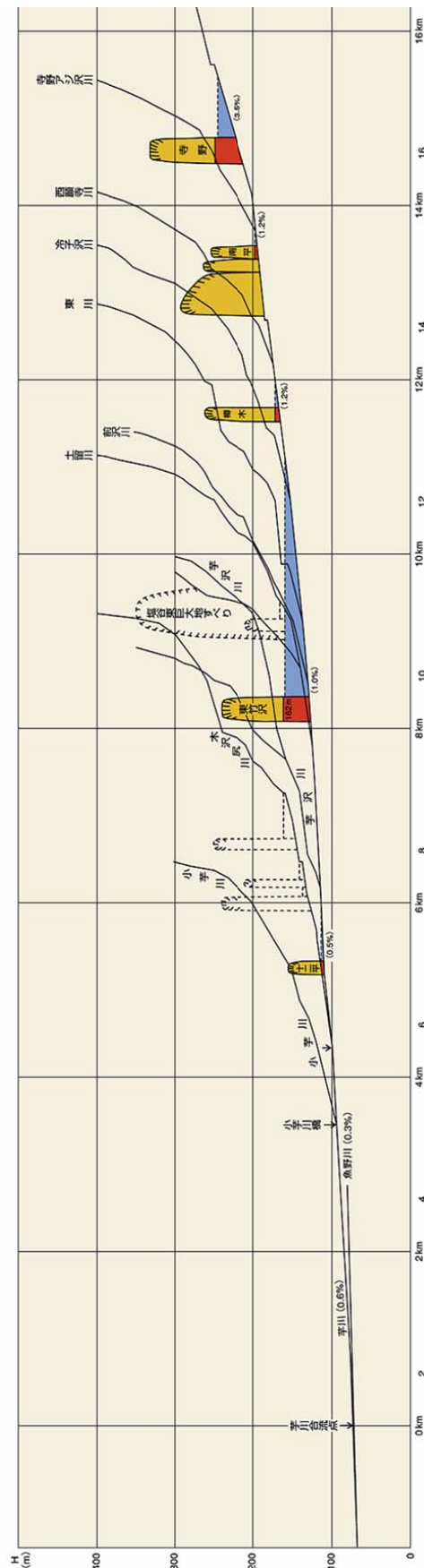


図 1.7 芋川の河床断面図と天然ダム (井上・向山 2007)

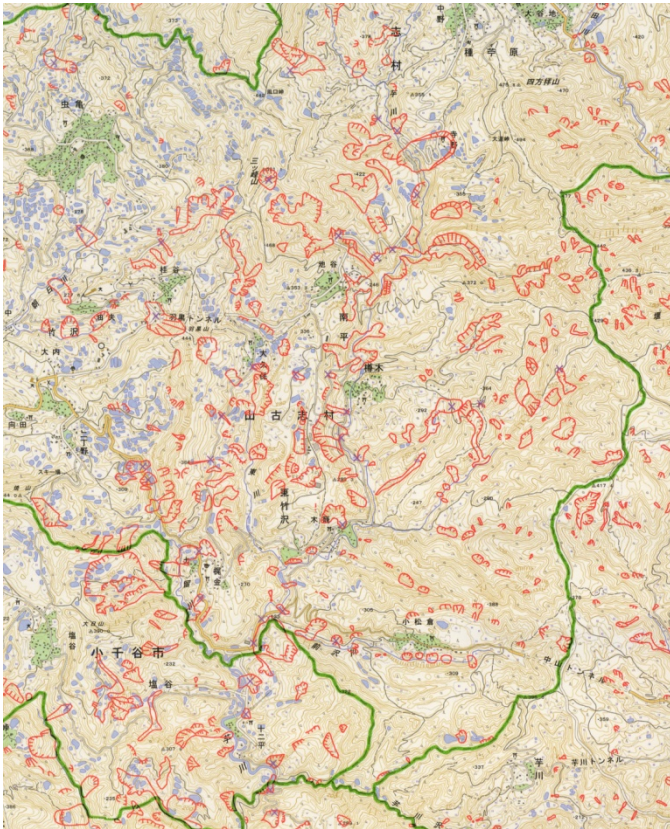
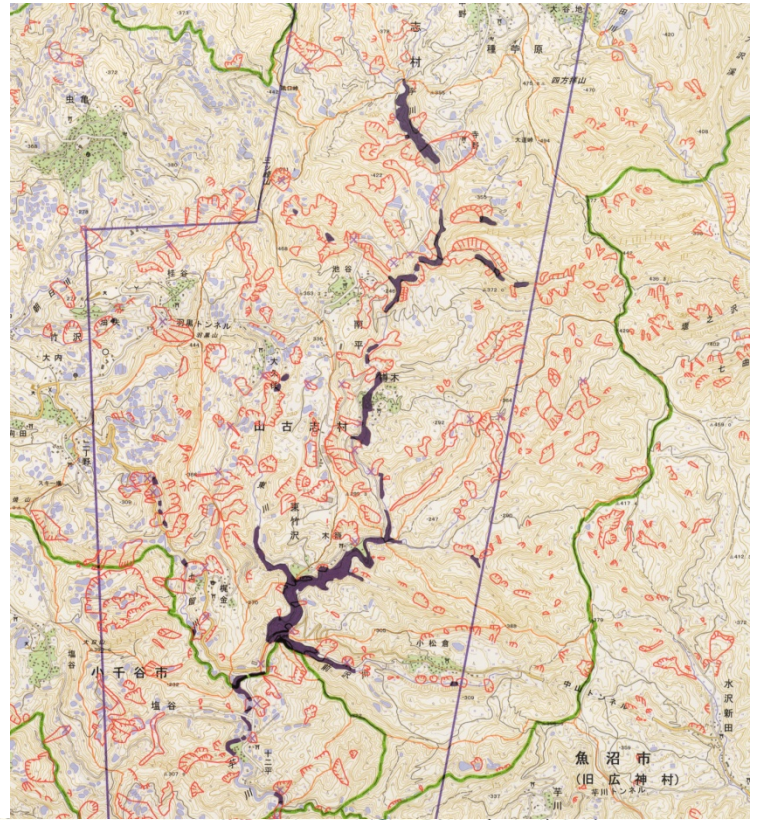


図 1.8 新潟県中越地震災害状況図
(10月24日撮影、10月29日判読結果公表)



凡 例

■ 斜面崩壊地	大 小	■ 道路・鉄道崩壊地	×	天然ダムの形成に伴う湛水域
	大 小			

平成 16 年 (2004 年) 新潟県中越地震に伴う災害地域を緊急撮影した空中写真を使用して、斜面崩壊地等を対象に写真判読した結果を速報としてまとめたものです。また一部地域については、現地緊急調査 (平成 16 年 10 月 24 日～26 日) の結果も反映されています。なお、天然ダムの形成に伴う湛水域は、10 月 28 日撮影の空中写真から判読したものです。

○ 使用した空中写真：国土地理院撮影の 1/10,000 空中写真 (2004/10/24 撮影)
 (株) パスコ撮影の 1/12,500 空中写真 (2004/10/24 撮影)
 国土地理院撮影の 1/10,000 空中写真 (2004/10/28 撮影)

※ 11 月 1 日に合併した魚沼市については、旧市町村名で表示しています。

図 1.10 新潟県中越地震災害状況図
(11月08日撮影、11月12日判読結果公表)

いずれも、国土地理院作成



図 1.9 新潟県中越地震災害状況図
(10月28日撮影、11月01日判読結果公表)

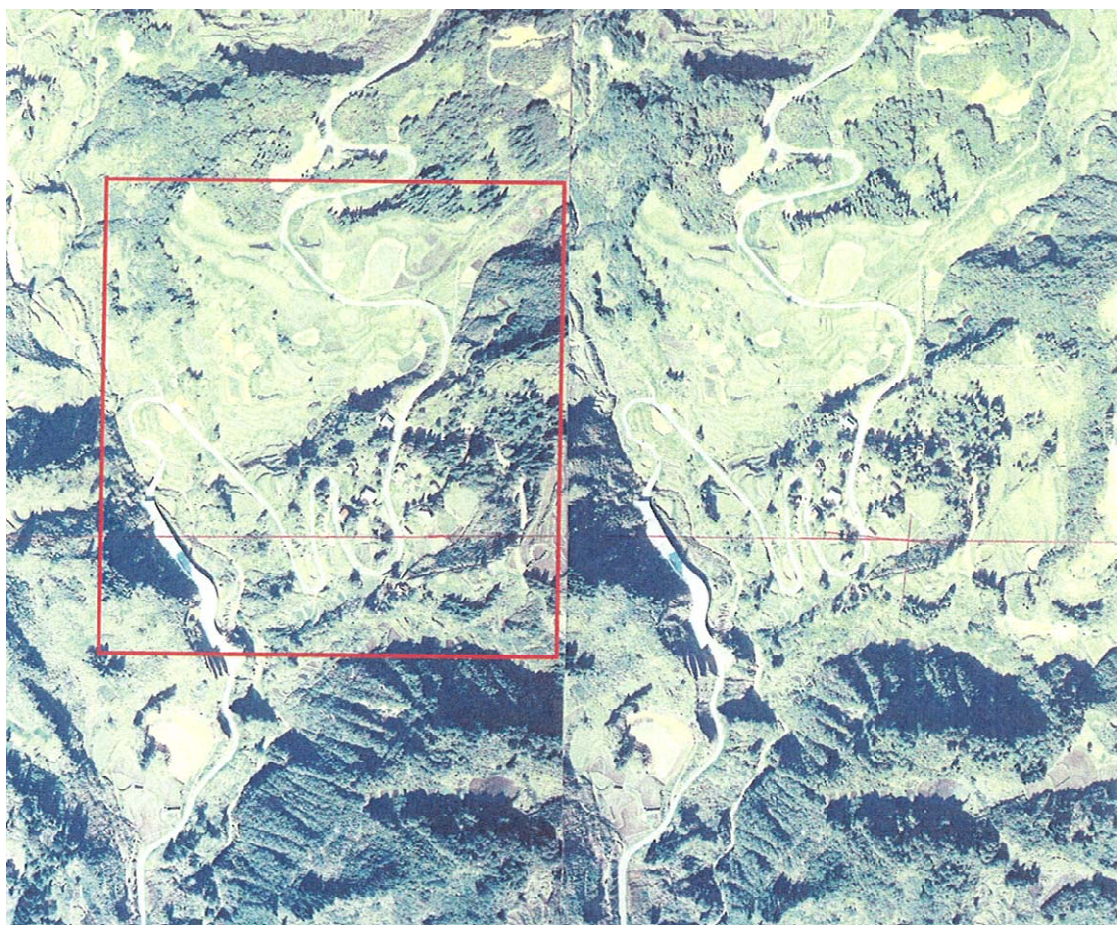


写真 1.1 地震前の寺野地区の立体写真 (1975 年 10 月 16 日、CCB-75-11、C31-60、61)



写真 1.2 地震後の寺野地区の立体写真 (2004 年 10 月 28 日、CCB-2004-1、C23-0966、0967)



写真 1.3 地震前の東竹沢地区の立体写真 (1976 年 11 月 02 日、CCB-76-3、C3-34、35)



写真 1.4 地震後の東竹沢地区の立体写真 (2004 年 10 月 28 日、C26-0917、0918)

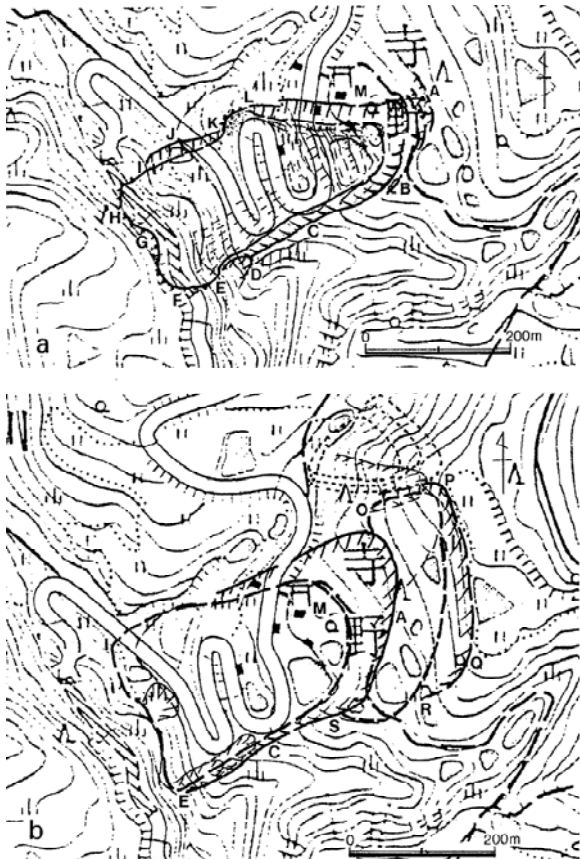


図 1.11 写真判読による地すべり地形分類図
寺野地区 (a: 災害後、b: 災害前)

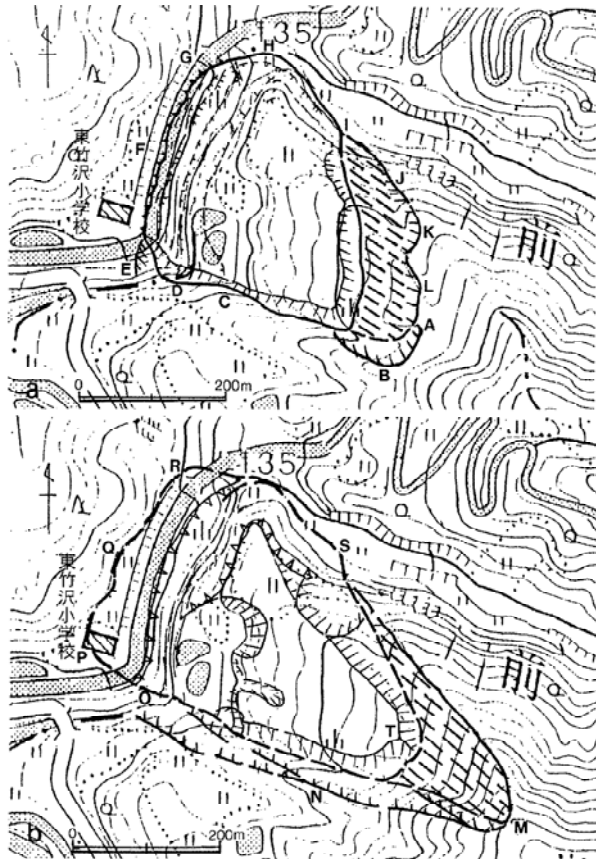


図 1.12 写真判読による地すべり地形分類図
東竹沢地区 (a: 災害後、b: 災害前)

写真判読は、大八木 (2005, 07) による

な棚田地帯である。また、錦鯉の養殖池も多く存在した。これらの棚田や養殖池も中越地震の強震動で大打撃を受けたことが判る。

② 東竹沢地区

当地区は芋川流域で最も大規模な天然ダムが形成された地区であり、国土交通省北陸地方整備局湯沢砂防事務所が適切な天然ダム対策が施工された地区である。図 1.9 の判読に使用した写真は地震から 5 日後の 10 月 28 日であるため、湛水域はそれほど広がっていない。表 1.3、1.6 に示したように、天然ダムの高さが 31.5m、湛水容量が 256 万 m^3 とかなり大きかったため、満水

になるまでの時間が天然ダム対策の余裕時間となった (詳細は 4 章参照)。

芋川の右岸側には旧東竹沢小学校 (1977 年に開校されたが、2000 年には山古志小学校に統合されている、井上 2007) の校舎

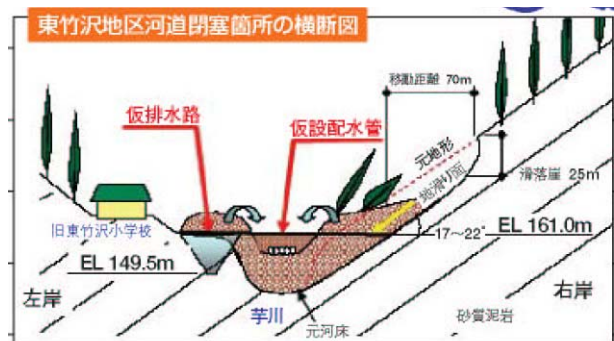


図 1.13 東竹沢地区河道閉塞箇所の横断面図
(国土交通省北陸地方整備局 2004b)

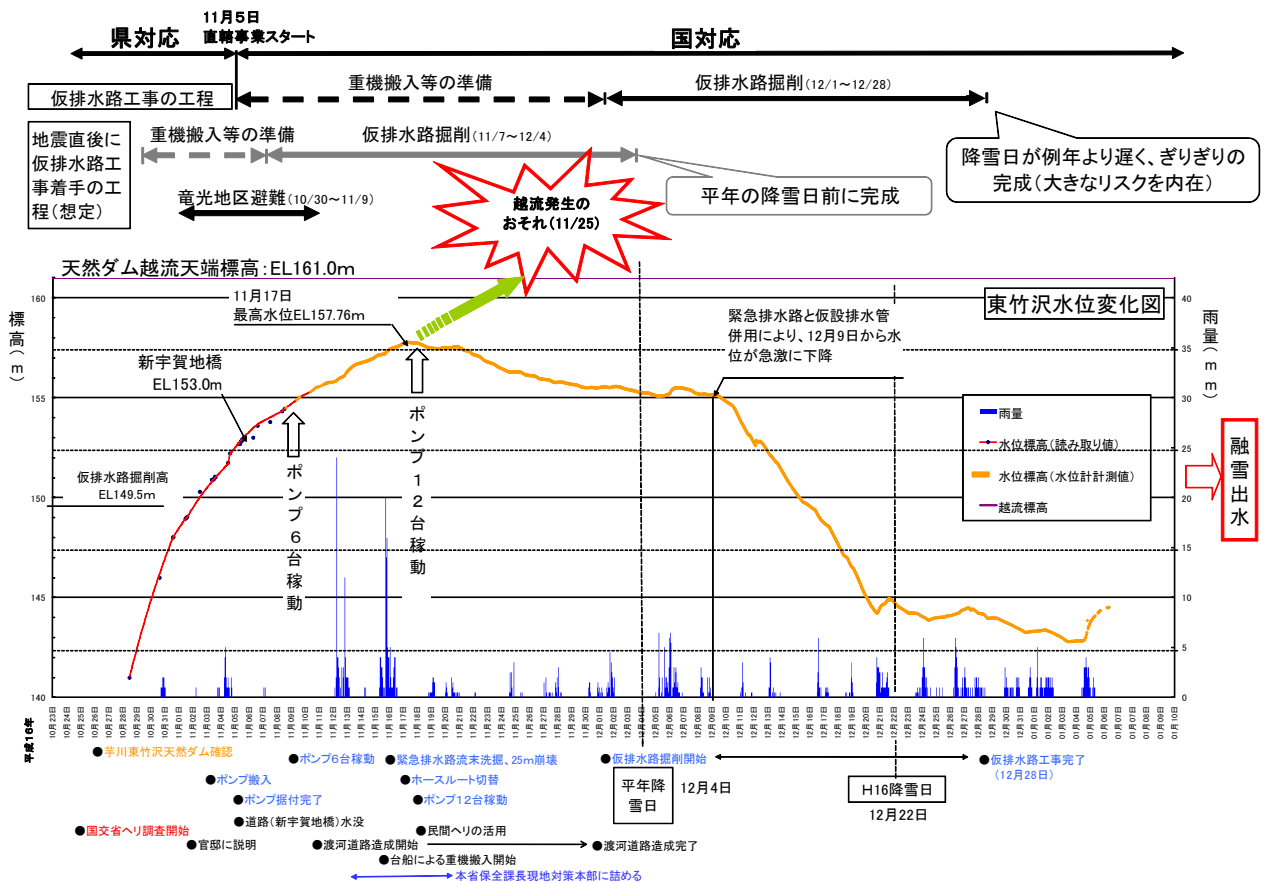


図 1.14 東竹沢河道閉塞地点の水位変動と天然ダム対策の経緯 (国土交通省北陸地方整備局 2004b)

が残っており、緊急の天然ダム対策の施工ヤードとして、役に立った。現在は天然ダム対策工事の進捗に伴い、校舎も撤去された。東竹沢地区は、図 1.13 の断面図に示されているように、流れ盤の層すべりであった。斜面上部からの急激な地すべり変動によって、芋川は高さ 30m 以上も河道閉塞された。図 1.14 は中越地震の 10 月 23 日から翌年の 1 月初めまでの水位変動と天然ダムの対応策を示している。天然ダムの満水位 EL.161.0m に達する (湛水容量 256 万 m^3) と越流し始め、洪水段波を生じ、芋川下流の竜光地区に大きな被害を与える危険性があった。

このため、芋川の下流域では監視カメラや水位計・ワイヤーセンサーを設置し、洪水段波が生じた場合に警戒・避難体制を充実させ

た。

天然ダムの湛水対策としては、当初はポンプ排水によって、水位の上昇を抑える工法が採用された。ポンプ排水の設備は次第に整備された (11 月 9 日よりポンプ 6 台、11 月 18 日よりポンプ 12 台にて排水)。11 月 17 日には越流高から 3m 低い EL.158m で水位上昇を抑えることができた。

その後、緊急排水路と仮設排水管の設置工事が急ピッチで施工され、12 月 9 日には完成したため、徐々に水位は低下し始め、緊急事態は解除された。12 月 20 日には、所定の EL.144m まで天然ダムの水位を低下させることができ、長い積雪期を迎えることができた。

1.4 宮崎県耳川(2005)の豪雨による天然ダム

平成 18 年 (2005) 9 月 6 日夜、台風 14 号により、宮崎県東臼杵郡西郷村野々尾地区直下において、大規模崩壊が発生した (図 1.15)。この崩壊が耳川をせき止め、天然ダム (表 1.3 の事例 No.60-1) を形成し、短時間で決壊したと考えられる。天然ダム形成地点の上下流に発電用のダムが設置されていたことから、不明であることが多かった天然ダム形成から決壊までの流量の変化が記録された。本項では、宮崎県 (2005) や千葉ほか (2006) による調査結果等により、この現象の概要及びその際の情報伝達体制について述べる。

なお、本項中の市町村のうち、西郷村は平成 18 年 1 月 1 日に南郷村、北郷村と合併して「美郷町」となった。また東郷町は、平成 18 年 2 月 25 日に日向市と合併し、新「日向市」となったが、本項では合併前の町村名で記載する。

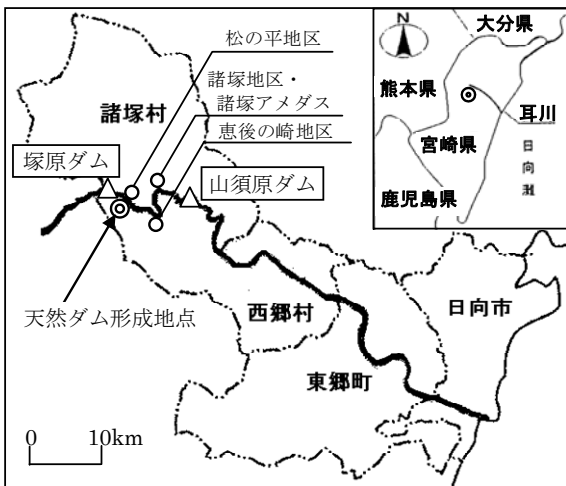


図 1.15 耳川の天然ダム位置図 (千葉ほか, 2007)

1) 崩壊発生時の状況

耳川流域では、台風 14 号により 9 月 4 日明け方からほぼ全域で雨となり、5 日夜から 6 日昼過ぎにかけて強い雨が降り続いた。諸塚観測

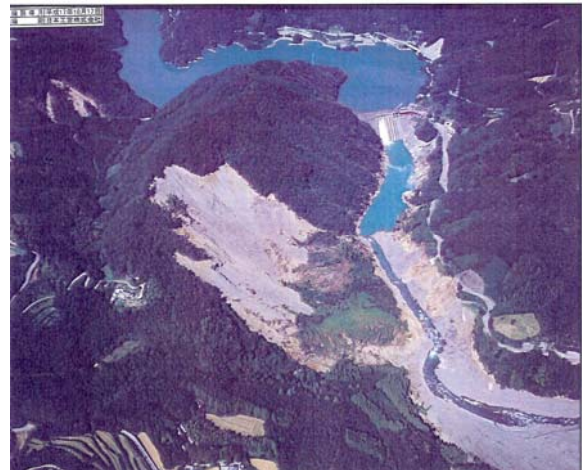


写真 1.5 耳川の天然ダム (日本工営㈱撮影)

所 (AMeDAS) (図 1.16) のデータによると、9 月 4 日 1 時～6 日 24 時の総雨量が 986mm に達した。これにより耳川が増水し、諸塚村では、耳川の支川である柳原川とセツ山川の合流点を中心とした商店街や住宅地で、床上・床下浸水の被害が発生したほか、国道等にも大きな被害を受けた。

谷口ほか (2005) によれば、多量の降雨により厚さ 30～40m の崖錐堆積物と砂岩の風化層内で過剰間隙水圧が発生したこと、右岸山脚部が水衝により激しい侵食作用をうけて不安定化したことが崩壊の原因とされている。崩壊の規模は、千木良 (2007) による縮尺 1:25,000 地形図及び現地でのレーザー測距から、斜面長 505m、幅 330m、深さ 50m、体積 390 万 m^3 と見積もられている。

2) 天然ダム現象の推定

①天然ダムの発生時刻

崩壊発生地点より下流約 10km に位置する山須原ダム (流域面積 598.6 km^2) での流量は、図 1.16 (a) に示すとおりで、22 時あたりで流量の急激な変化が見られる。また大規模崩壊地の対岸上部に位置する松の平地区の住民によると、9 月 6 日 21 時 50 分に自宅でテレビを見

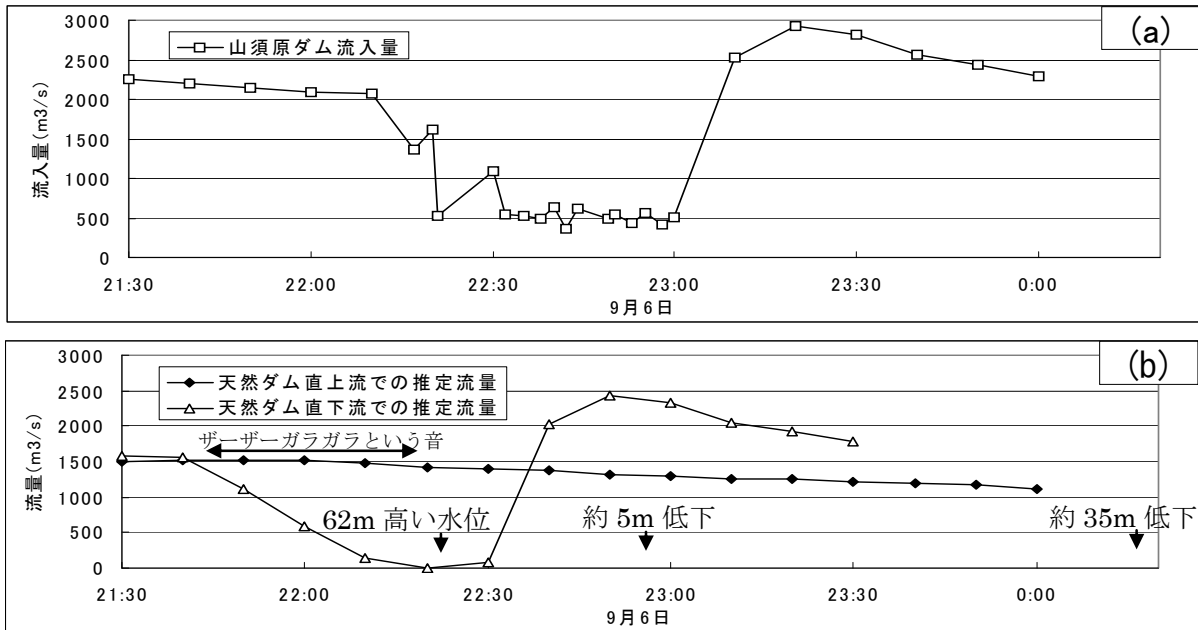


図 1.16 天然ダム決壊前後の山須原ダム流入量(a)と天然ダム直上流及び直下流での推定流量(b)
(千葉ほか 2007)

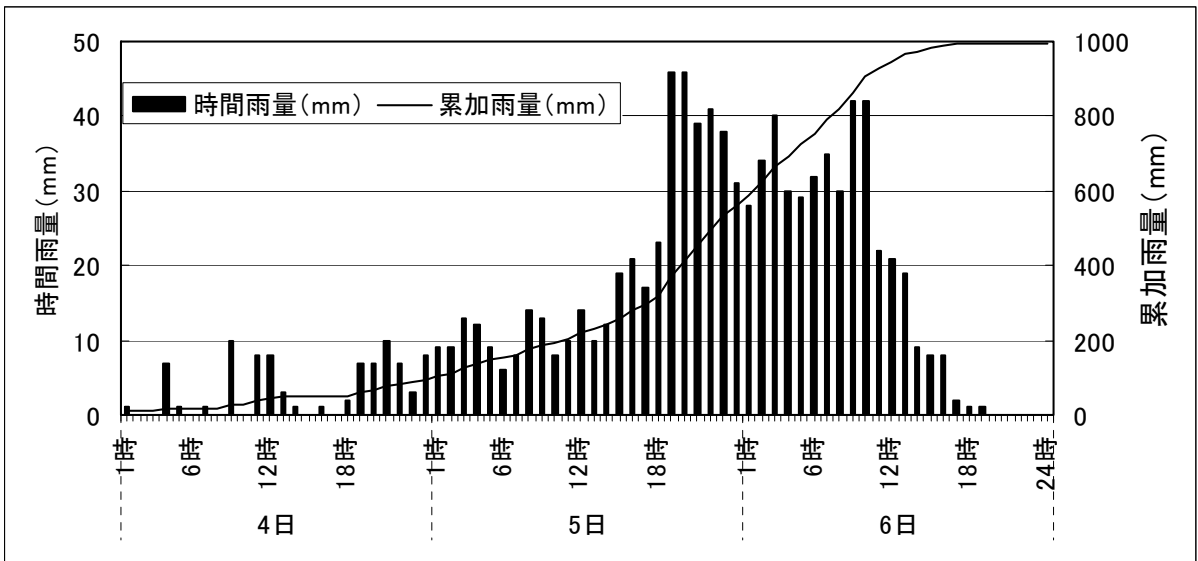


図 1.17 諸塚 (AMeDAS) の雨量

ているとき、ダムの放流とは違う音がしたため、自宅前に出てみたところ、ガラガラという音が続いており、最後にその音を確認したのが、22時20分であったとのことである。このことから、天然ダムの形成された時刻は22時00分前後と推定される。

② 天然ダムの規模

大規模崩壊の上流側の湛水域に残るビニール袋や流木は、概ね標高220m付近までに見られた。また、残っている崩壊土塊のうち、削れずに残っている部分が概ね標高220m程度である。被災前の河床は1:2500地形図から読み取ると、標高163m程度となるため、天然ダム

の湛水位は、57m 以上であったと考えられる (図 1.18 参照)。また、九州電力 (株) によると、塚原ダムに派遣した職員が目視にて塚原ダムからダム直下流の水位 (6 日 22 時 25 分に平常水位より 62m 高い水位上昇を確認し、6 日 22 時 56 分に約 5m 低下、6 日 24 時 15 分に約 35m 低下) を確認している。これらより、形成された天然ダムの高さは、60m 前後であったと考えられる。ここでは天然ダムの高さを 57m (標高 220m) と仮定し、天然ダム形成前後に撮影された被災前後の航空測量地形図により作成した断面図及び現地調査の結果から、平面状の天然ダム堤体範囲 (図 1.19)、天然ダム形状 (図 1.20)、天然ダムの縦断形状 (図 1.21) 及び土砂移動量 (表 1.7) を推定した。

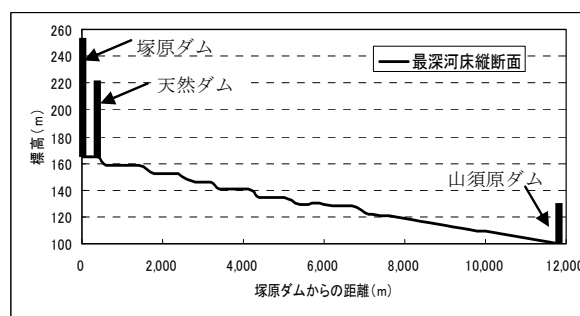


図 1.18 塚原ダムから山須原ダムまでの河床断面図 (千葉ほか 2007)

表 1.7 天然ダムの土砂移動量 (宮崎県 2005) (千葉ほか 2007)

種別	土量 千m ³	構 成	
①移動土砂量	3,893	—	
②堆積土量	3,441	②/①	88.40%
③天然ダム土量	2,045	③/①	62.60%
④天然ダム決壊 流出土砂量	771	④/③	37.70%

③ 天然ダムの形成・決壊による洪水現象

ここでは、天然ダム形成地点より下流に位置する山須原ダムで記録された流入量データから、天然ダムの形成・決壊による洪水現象について推定した。なお、流入量はダム水位の変化に基づいて求められたものである。

推定にあたっては、次の点を考慮した。まず、天然ダム形成地点と山須原ダム間の距離は約 10km であり、流量が 1500m³/s の場合の到達時間はマニング式で粗度係数を 0.04 s/m^{1/3} とすると、約 30 分となる。このことから、山須原ダムへの流入量を 30 分前にずらし、天然ダム直下流地点での流量とみなした。次に、図 1.16 (a) に示した山須原ダムの流入記録によると、9 月 6 日夜に山須原ダム流入量として記録されている最低値は、502m³/s (10 分間隔のデータに基づく) である。このとき、山須原ダムへの流入は天然ダムが形成されたことにより、本川の天然ダム上流からの流入が一時的に 0 となっており、支川など残流域からの流入だけになっていると解釈した。

以上の点を踏まえ、推定した天然ダム上下流

の流量を図 1.16 (b) に示した。

図 1.16 (b) によると、天然ダムの形成が始まってから、決壊までの時間は 50 分 (21 時 40 分～22 時 30 分)、また天然ダム直下流でのピーク流量は 2423m³/s (22 時 50 分時点、上流からの流入分 1314m³/s) となっている。

仮に、九州電力 (株) より高さ 62m の天然ダムが形成されたとの情報を得た時点で、満水までの時間、ピーク流量を既往の方法 (田畑ほか 2002、J. Costa1988) で推定した場合、以下のような結果となる。このとき流入量は 1500m³/s、ダム堰き止め幅及び河床勾配は森林基本図より、130m、1/200 として算出した。

- ・満水までの所要時間は、約 34 分
(湛水量約 309 万 m³ ÷ 流入量 1500m³/s より算出)
- ・ピーク流量
(Costa の方法 (天然ダム) 1735m³/s)

$$Q_{\max} = 181 (H \times V)^{0.43}$$

ここに、Q_{max} はピーク流量 (m³/s)、H はダム高 (m)、V はダム決壊時の上流貯水量 (×

10⁶m³) である。本事例では、天然ダムの湛水池が上流の塚原ダムによって小さくなっており、天然ダムの湛水量は塚原ダムがない場合と比較して約 1/7 になっていると考えられる。塚原ダムがなかったと仮定した場合、ピーク流量は 4001m³/s と算定される。

(田畑らの方法 5167m³/s)

$$q/q_m = K \cdot (gh^3 / 0.5 \tan \theta / q_r / 1,000) = 0.5646$$

ここに、 q は単位幅あたりのピーク流量 (m³/s)、 q_{in} は単位幅あたりの流入量 (m²/s)、 g は重力加速度で 9.8 (m/s²)、 h は天然ダムの堤高 (m)、 θ は河床勾配 (度) である。

なお、諸塚村役場によれば、6 日夜、耳川沿いに位置する国道 327 号が冠水するほどの出水はなかったとのことであるため、諸塚地区で約 3000m³/s 以下の流量であったと考えられる。

3) 天然ダム形成時の警戒避難

野々尾地区における大規模崩壊の発生は、夜間であったため、崩壊が目撃されたのは、7 日朝になってからであった。そのため、崩壊地の上部地区住民は、朝になって、崩壊現場を見てから避難を開始している。

また、ダムを管理する九州電力 (株) は、現地に派遣している職員が 6 日 22 時 25 分に通常より 62m 高い水位上昇を目撃したが、この後カメラの映像で誤報でないことを確認し、22 時 50 分に下流域の市町村などの関係機関へ通報した。

諸塚村松の平地区住民 (小松氏ら) は、前述の音が止まなかったため、22 時 00 分頃に諸塚村役場へ報告し、また恵後の崎地区 (地区内に特別養護老人ホームを含む。) に対して避難するように連絡した。さらに 22 時 30 分頃には直接特別養護老人ホームへ行き、避難の開始を確認している。このため、下流の洪水影響範囲へ最も早く連絡したのは、松の平地区住民ということになる。

諸塚村役場は、松の平地区からの連絡を受け、西郷村へ連絡 (6 日 22 時 10 分) をしたが、確認がとれなかった。しかし、影響のある地区 (恵後の崎地区) が避難したことを確認できたため、避難の呼びかけ等を行っていない。また、連絡を受けた市町村のうち、西郷村と日向市は確認がとれないまま、それぞれ 6 日 22 時 59 分に防災無線で、6 日 23 時 00 分に電話で避難をよびかけている。

さらに、山須原ダムより耳川沿いに約 18km 下流に位置する東郷町では、九州電力 (株) から連絡を受けたが、影響は小さいと考え、また夜間であり混乱を避けるため、避難の呼びかけ等を行っていない。

特別養護老人ホームでは、前述した 6 日 22 時 00 分頃の自主避難のほか、6 日 10 時 30 分に降雨によって耳川の水位が上昇したことによる自主避難、8 日 11 時 00 分に対岸の地すべりに動きが見られたことによる避難指示による避難と、3 日間に 3 回も避難することとなった。3 回とも地域防災計画書に記載されていた場所への避難であったが、前 2 回は諸塚村中央公民館へ、このとき他の避難者との共用でお互いに気をつかうことが多かったことから 3 回目の避難は諸塚村民体育館を専有することとなった。また、避難路が崩落するなどの状況のなか、避難を可能としたのは、情報の入手や避難にあたって助力した地区の公民館組織の存在であった。

なお、東郷町、日向市 (山須原ダムより耳川沿いに約 21km 下流) では、9 月 7 日昼前に天然ダムや塚原ダムが決壊するとの情報 (結果的には誤報であった) が、東郷町消防団から東郷町と日向市へ伝わり、役場や区長から関係地区に対して避難の呼びかけがなされた例があった。この情報は、役場から九州電力 (株) へ確認した結果、誤報であることが判明し、すぐに広報されている。

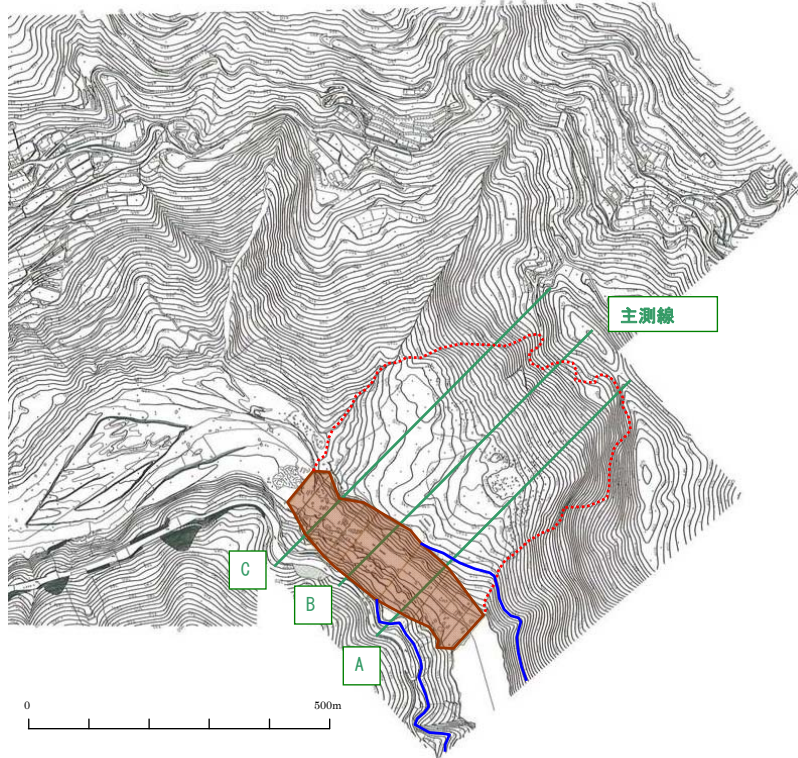


図 1.19 野々尾地区の天然ダム平面図 (宮崎県 2005)

野々尾天然ダム 堤体規模
(推定値)

W≒120m
L≒370m
h≒57m

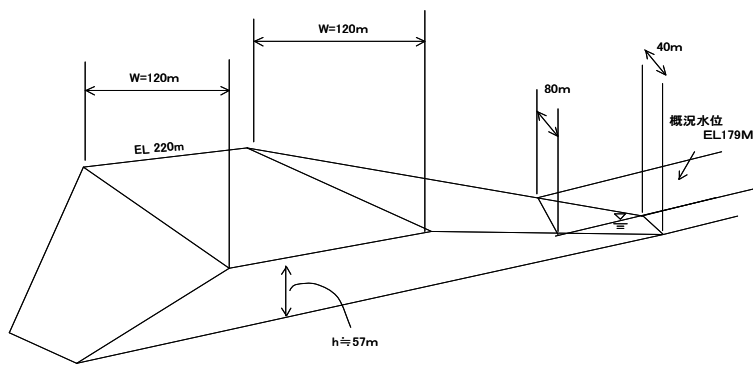


図 1.20 天然ダム形状の模式図 (宮崎県 2005)

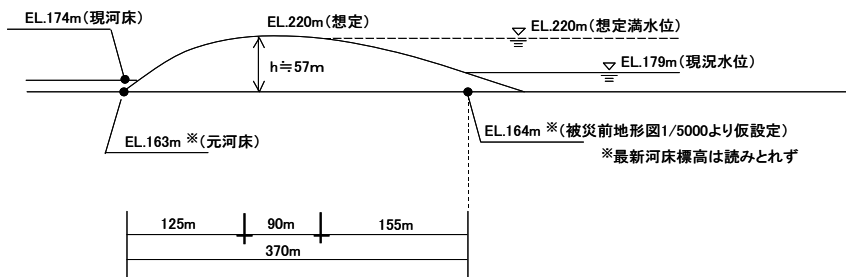


図 1.21 天然ダムの縦断形状の模式図

1.5 岩手・宮城内陸地震（2008）による天然ダム

1) 河道閉塞の発生と分布

平成20年（2008）6月14日に岩手県南部の奥羽山脈中を震源として発生した2008年岩手・宮城内陸地震（ $M=7.2$ 、震源深さ8km）では、岩手県奥州市、宮城県栗原市では最大震度6強、地震加速度では震源の直上に近い地点で、強震観測史上最大の4000gal（3成分合成）を観測した。近年の我が国で発生した内陸逆断層型の地震としては、きわめて揺れの大きな地震であった。

この地震で、我が国最大級と言われた移動土塊量6,700万 m^3 の荒砥沢地すべり（林野庁東北森林管理局2008）を始め、岩手・宮城・秋田の3県で、4100箇所にあぶ崩壊・地すべり・土石流などの斜面変動が発生した（Yagi et al. 2009）。移動距離の大きい斜面変動では、しばしば河道閉塞や河川への土砂流入が生じ、その数は50箇所に上った（渦岡ほか2009）。それらのほとんどは、北上川水系迫川上流の一迫川・二迫川・三迫川と磐井川の上流部に位置している。図1.22には、八木ほか（2008）による斜面変動発生箇所の分布図の上に、河道閉塞発生箇所の位置（渦岡ほか2009）を示している。

この地震で発生した斜面変動には集中域が見られる。岩手・宮城県境の第四紀火山である栗駒山（1628m）南東側に広く分布する主に第四紀のデイサイト質火砕流堆積物の分布域と、磐井川上流域を中心とした新第三紀の砂岩・泥岩・凝灰岩分布域がそれに当たる（Yagi et al. 2009）。前者の火砕流は現在の栗駒火山体が形成される前に奥羽山脈にあった古いカルデラを埋めたもの（布原ほか2010）で、溶結部と非溶結部からなる軽石質凝灰岩や火山角礫

岩・水中堆積物などが水平に近い堆積面をなして広がっている。火砕流の堆積で作られた小起伏面を河川が下刻してできた谷沿いの斜面で発生した地すべり・崩壊やその流動化した土砂が河川に突入して、天然ダムが形成された。

後者では、いわゆるグリーントフの堆積岩の堆積構造に規制されたすべり面で地すべりが発生し、それが河谷を埋めて天然ダムが形成された。

河道閉塞箇所のうち、湛水による水没・閉塞箇所の決壊による下流での洪水や土石流災害の危険が高い地区が15箇所（国土交通省による、表1.3の事例No.61-1～15）形成された。これらの地区については、緊急にポンプ排水や仮設排水路建設等の応急復旧対策が、国土交通省・農林水産省・岩手県・宮城県によって実施された。

上記15箇所の中には、その後の土砂流入や侵食で自然に消失したもの、完全な閉塞に至らなかったものもある。表1.8には、河道閉塞を生じさせた斜面変動の発生域の地形や斜面上の発生位置・地質構成や運動タイプ、堆積域の地形条件を示している。これらの中で、せき止め湖の規模が大きいものとして、北上川水系一迫川の湯の倉温泉（表1.3、表1.8のNo.61-1）、湯浜（同61-2）、小川原（同61-5）、三迫川の沼倉裏沢（同61-9）、磐井川の市野々原（同61-14）が挙げられる。

以下に、それらの河道閉塞について特徴を述べる。なお、閉塞を発生させた斜面変動のタイプ区分は、図1.22の八木ほか（2008）による。この中で、崩壊性地すべりは、発生は地すべりと推定されるが、移動体が発生域から抜け落ちてばらばらになった状態のものを言い、地すべり性崩壊とも呼ばれる。

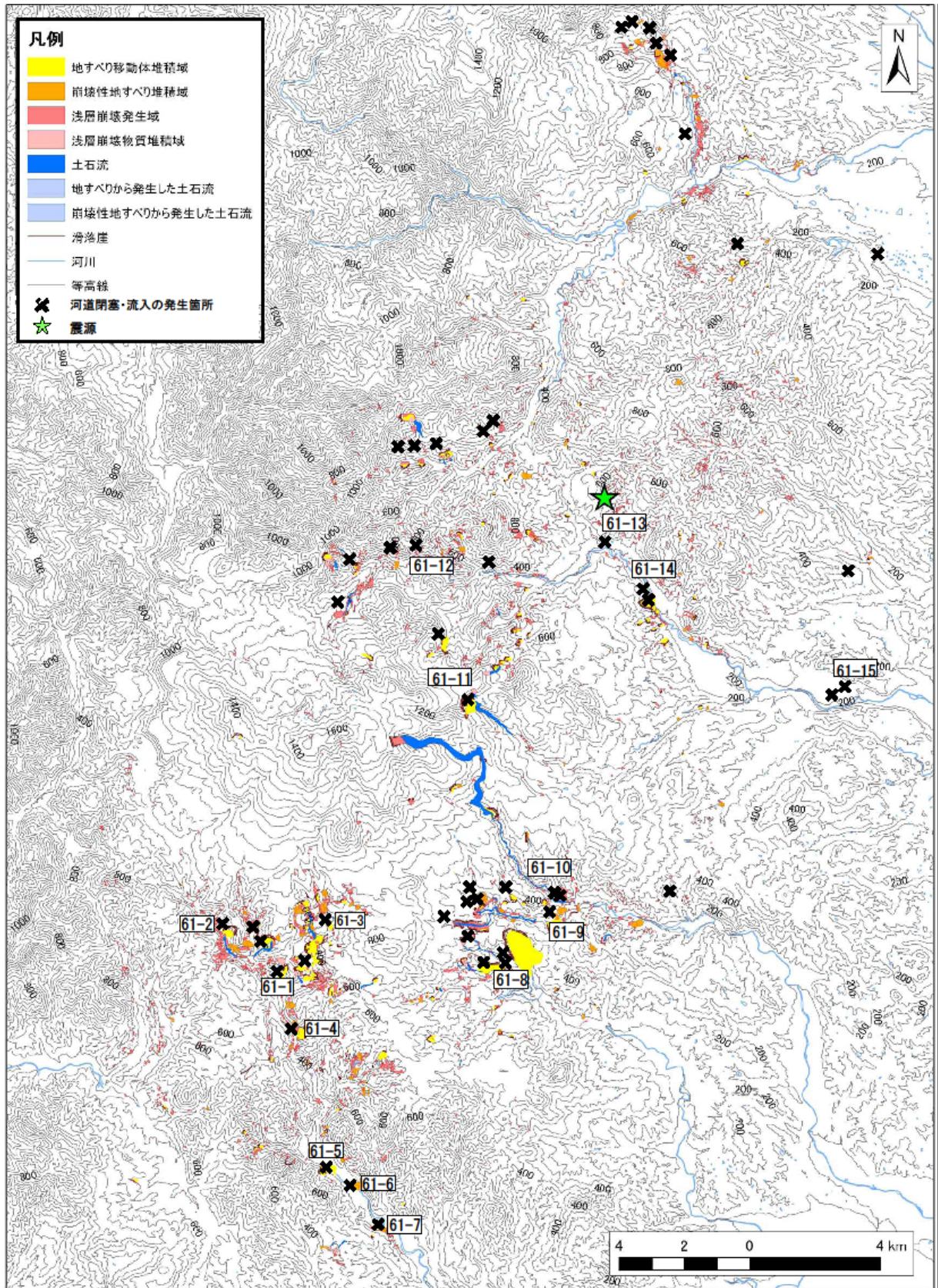


図 1.22 岩手・宮城内陸地震による斜面変動と河道閉塞・土砂流入箇所の分布 (八木ほか 2009 に追記)

2) 主な河道閉塞箇所の特徴

No.61-1 一迫川^{いちはざま}の湯ノ倉温泉

一迫川上流域では多数の河道閉塞が生じた。湯ノ倉では、長さ 510m、幅 120m の規模で崩壊性地すべりが発生、上位の溶結凝灰岩中に滑落崖ができ、下位の凝灰角礫岩とともに崩落して河道を閉塞した（図 1.23）。地層傾斜は緩やかな受け盤をなし、そこにゆるやかな円弧状のすべり面ができて地塊が崩落した（小川内ほか 2009）（図 1.24）。

河道閉塞の規模は、最大厚さ 32m、幅 90m、長さ 660m で、崩壊土砂量は 81 万 m³ と推定され（渦岡ほか 2009）、湛水によって湯ノ倉温泉が水没した。

斜面変動発生域の対岸斜面にも古い崩積土が見られ、過去にも河道閉塞が起こった可能性がある。また、閉塞土砂はほとんど凝灰角礫岩で、溶結凝灰岩礫はほとんど発生域に残っていた（小川内ほか 2009）。閉塞土砂には細粒分が多いため、締め固め材料による透水係数は $2.3 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$ と低い（渦岡ほか 2009）。このためか、降雨の影響でせき止め湖からの越流がたびたび発生したが、地震後 2 か月の間に、国土交通省によって空中搬入によるポンプ排水・仮排水路建設が行われ、下流への通水がなされた。

No.61-2 一迫川の湯浜

一迫川左岸斜面で、長さ 210m、幅 220m の規模で崩壊性地すべりが発生、溶結凝灰岩と凝灰角礫岩が移動土塊となって河道を閉塞した。周辺の地質は、下から火山角礫岩・軽石凝灰岩（一部、水中堆積）とその上の溶結凝灰岩・凝灰角礫岩が緩い流れ盤をなしている。軟質の軽石凝灰岩中ですべりが発生したと見られ、椅子型のすべり面形状をなす（小川内ほか 2009）。

閉塞土砂は、最大厚さ 50m、幅 200m、長



図 1.23 湯ノ倉地区の崩壊性地すべりによる河道閉塞（基図は国土地理院 1/2.5 万数値地図「切留」）

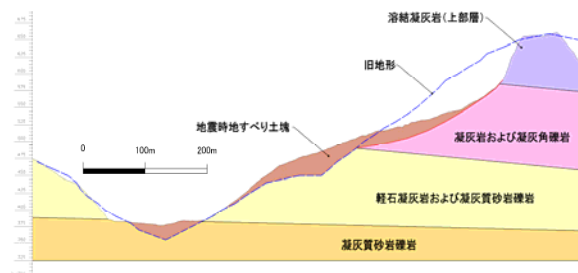


図 1.24 湯ノ倉地区の崩壊性地すべりの模式断面図（小川内ほか，2009）



写真 1.6 一迫川・湯浜地区の天然ダム
(2011年5月1日, 井上撮影)

さ 1000m、崩壊土砂量は 216 万 m³ と推定される（渦岡ほか 2009）。滑落土砂は河道への突入後、下流方向に流下したと推定され、堰止長が

大きくなっている。当初の湛水高は 42m で、湛水量 79 万 m^3 と推定された。写真 1.6 に示したように、2011 年 5 月 1 日現在でも天然ダムは湛水していた。国土交通省北上川下流河川事務所では、湯浜砂防堰堤を建設中である。

No.61-5 一迫川の小川原

右岸側斜面で溶結凝灰岩下位の凝灰岩中に崩壊性地すべりが発生し、流動化して一迫川の河道を埋め、さらに対岸の低位河岸段丘面まで乗り上げ、国道 398 号線も埋没させた(図 1.25、1.26)。段丘上の堆積土砂には溶結凝灰岩塊の間に多量の軟質な軽石凝灰岩が含まれており、それが流動化の素因になった可能性がある。崩壊土砂量は 49 万 m^3 、土砂の河道に沿った堆積長さ 200m、堰止長は 220m であった。

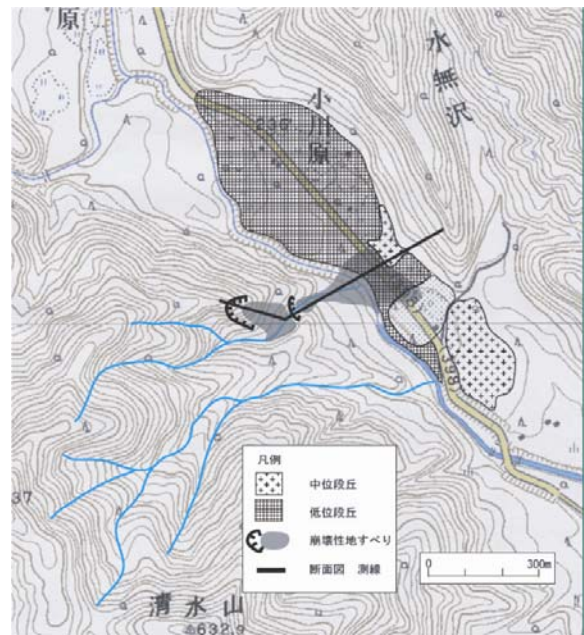


図 1.25 小川原地区の崩壊性地すべりによる河道閉塞
(基図は国土地理院 1/2.5 万数値地図「花山湖」「切留」)

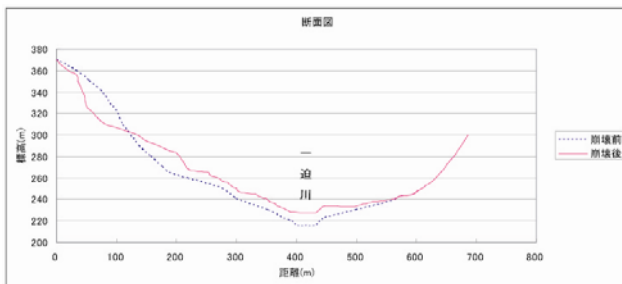


図 1.26 小川原地区の崩壊性地すべりによる河道閉塞前後の地形変化

ここでは、地震 1 週間後の 6 月 21 日には、天然ダムの越流侵食が進み下流の栗駒ダムでの急激な河川流入量の増加が見られた(国土交通省国土技術政策総合研究所・(独) 土木研究所 2008) が、ダムでは事前に放流して貯水位を下げたため、ダム下流への影響はなかった。

No.61-14 磐井川市野々原

栗駒山北側から流下し、一ノ関市で北上川に合流する磐井川流域にもいくつかの河道閉塞が発生した。磐井川では、前述の事例と異なり、下流にダムがなかったことや、昭和 23 年(1948)のアイオン台風時に形成された天然ダムが決壊し、一ノ関市街地が甚大な被害を受けたことから、地震直後から特に緊急な対策が求められた。

市野々原地区の河道閉塞は、北上川合流点から 40km の地点で、右岸斜面で発生した隣り合う 3 つの地すべりブロックの活動で形成され、その長さは 860m に及んだ。そのうち最上流部のものが河道閉塞の主な原因であり、地すべり

No.61-9 三迫川の沼倉裏沢

三迫川流域の栗駒山から流下する御沢右岸で発生した地すべり(長さ 250m、幅 500m、高さ 110m)の移動地塊が河川に押し出して生じたもので、元々河川に面して存在した地すべり地形が背後に拡大する形で発生した。すべり面は、北川溶結凝灰岩(下部は非溶結の軽石凝灰岩)の下位にある一部水成の泥岩・凝灰岩中に生じたと見られ(林野庁東北森林管理局宮城北部森林管理署 2009)、移動土砂量は約 119 万 m^3 と推定され、閉塞箇所の堰止幅は 160m、堰止長は 560m で、堰止高は 26m であった。

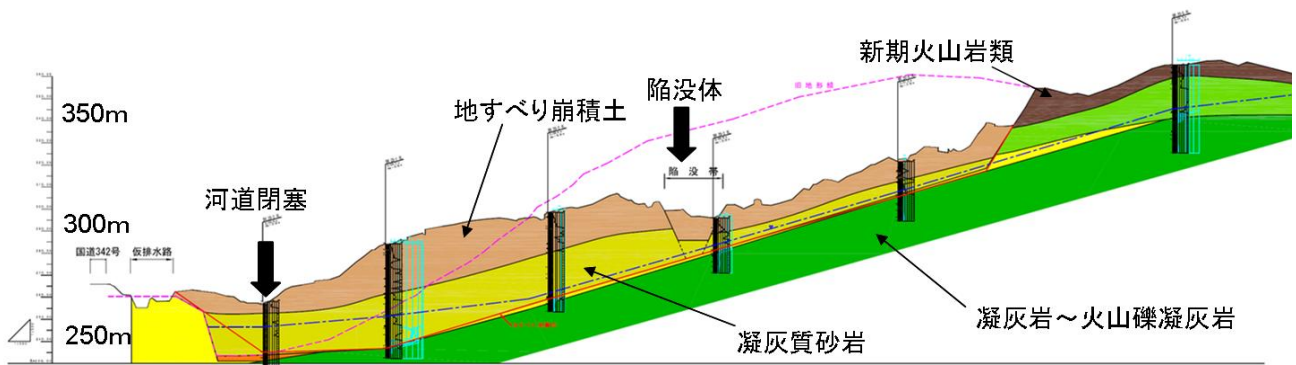


図 1.27 市野々原地すべりの模式断面図 (林野庁東北森林管理局 2008)

の規模は長さ 430m、幅 250m、すべり面深さ平均 30m で移動土砂量は 360 万 m³ の規模であった (図 1.26)。すべり面末端部が河床に抜け出し、左岸に幅広く分布する低位河岸段丘面

から深さ 10~20m の峡谷をなす磐井川を約 200m にわたって閉塞し、その土砂量は 173 万 m³ とされる (千葉ほか 2009)。

表 1.8 岩手・宮城内陸地震の河道閉塞を発生させた斜面変動のタイプと地形・地質条件

		斜面変動発生域		位置	運動タイプ	地質		土砂到達域	
		斜面形				地質	地形		
61-1	湯ノ倉	直線		山腹斜面上部～下部	崩壊性地すべり	Q-Tf,Ss,TfBr,WTF	V字谷		
61-2	湯浜	直線～谷型		山腹斜面上部～下部 (一迫川河岸)	崩壊性地すべり	Q-TfBr,PTf,Tf,WTF	V字谷		
61-3	川原小屋沢	地すべり地形下部		川原小屋沢溪岸	地すべり	Q-Tf,PTf,WTF	V字谷		
61-4	温湯	直線～谷型		山腹斜面中部	崩壊	Q-WTf	V字谷		
61-5	小川原	尾根型～直線		山腹斜面 中部～下部	崩壊性地すべり～岩屑なだれ	T/Q-Tf,WTF	低位段丘		
61-6	浅布	尾根型		一迫川河岸	岩盤崩壊	T-An,Tf	低位段丘		
61-7	坂下	直線型		山腹斜面上部～下部	崩壊	Q-WTf	谷底平野		
61-8	荒砥沢	地すべり地形		地すべり地形の拡大 (沢の溪岸)	地すべり(荒砥沢)	Q-Sls,PTf,WTF	V字谷		
61-9	沼倉裏沢	地すべり地形		地すべり地形の拡大 (三迫川河岸)	地すべり	Q-Sls,PTf,WTF	箱状谷		
61-10	沼倉	谷型斜面		山腹斜面上部	崩壊	Q-WTf	箱状谷		
61-11	産女川	地すべり地形		地すべり地形の一部	崩壊性地すべり～土石流	Q-An	V字谷		
61-12	須川	直線斜面		山腹斜面下部 (磐井川河岸)	崩壊性地すべり	T-Tf	V字谷		
61-13	槻木平	地すべり地形		地すべり地形 (磐井川河岸)	表層崩壊	Q-Det	段丘開析谷		
61-14	市野々原	地すべり地形		地すべり地形の拡大 (磐井川河岸)	地すべり	T-Tf,TfBr,Tf,Det	低位段丘		
61-15	下真坂	段丘崖		段丘崖上部～下部	表層崩壊	Q-Ter	段丘開析谷		

(凡例)地質:T 新第三紀, Q 第四紀, An 安山岩, Tf 凝灰岩, TfBr 凝灰角礫岩, PTf 軽石凝灰岩, WTF 溶結凝灰岩, Sls シルト岩, Det 崩積土, Ter 段丘礫層

(箇所番号は、表 1.3と図 1.22の番号に対応)

地すべり地の地質は、下位から、凝灰岩～火山礫凝灰岩、凝灰質砂岩および新期火山岩由来の崩積土からなり、すべり面は層境界に沿って凝灰質砂岩層の下底付近に想定されている。発生した地すべりを取り囲むように地すべり地形が存在することから、今回、その一部が移

動したと思われる (千葉ほか 2009)。

河床勾配が緩いこともあって、湛水量は約 179 万 m³ に及び、この地震によるものでは最大となった。ここでは、地すべりを不安定化させないように、左岸の基盤岩からなる段丘面を段階的に掘削して順次仮排水路を大きくして

湛水位の低下が図られ、翌 2009 年 3 月には本復旧排水路が国土交通省により完成した（桜田・鈴木 2010）。

3) 河道閉塞を発生させた斜面変動と地形条件

この地震では、地下水が供給されやすい地形・地質条件にあり、軽石凝灰岩など液性指数が 1 より大きく鋭敏な状態にあった上に、それが開析により谷沿いに露出していた場所で、地震の衝撃によりその層で大変位する地すべり・崩壊性地すべりが多数発生した（檜垣ほか 2010）。表 1.8 の河道閉塞の原因となった斜面変動の半数は、同様の第四紀デイサイト質火砕流堆積物が迫川水系の河川の下刻を受けている所に発生している。また、磐井川のケースも含め、運動タイプでも地すべり・崩壊性地すべりが過半を占めている。さらに、発生場の地形も、地すべり地形をなしていた所が 1/3 ある。これらのことから、この地震による河道閉塞の発生には、崩壊や土石流に移行したものも含め地すべりが原因となった事例が多いと言える。

一方、表 1.8 には、斜面変動の堆積場（土砂到達区域）の地形も示している。河道閉塞のほ

とんどは、山地で V 字谷をなして埋塞されやすい所で発生しているが、小川原や市野々原のように、幅の狭い河道に沿って低位段丘面が分布しているケースもある。東北地方では、最終氷期末前後に気候温暖化の過程で、幅広く連続性の良い低位侵食段丘が形成されていることが多い（豊島 1989）。この場合、河川侵食を受ける位置に地すべり地形などの不安定斜面があると、地震のような大きな外力で崩壊や移動量の大きな地すべりが起こり、河川を埋めて段丘の上に土砂が押し出すケースが想定される。逆に、そのような段丘面の背後にある地すべり地形では、侵食による不安定化が起こりにくいため、河道閉塞に結びつきにくいとも予想される。

今後、斜面災害とそれに付随して起こる河道閉塞も含めた大規模な災害への対応策を考えるのに、移動量の大きい斜面変動を起こしやすい地形・地質条件の分布と、想定土砂到達域がどんな地形条件となっているか、などを把握しておく必要がある。

コラム1 寺田寅彦『天災は忘れられたる頃来る』

高知城の北に隣接する地に寺田寅彦邸があり、現在は寺田寅彦記念館（入場無料）として、様々な記念物が展示されている。写真 1.7 は寺田寅彦邸の門の写真であるが、左側に『天災は忘れられたる頃来る』と書かれた石碑がある。この石碑は、高知県出身の植物学者・牧野富太郎博士の筆によるものである。藤岡由夫博士の追憶（朝日新聞、1959年12月10日記事）によれば、「この言葉は寺田先生の名言として知られていますが、寅彦全集のどこを探しても見つかりません。つまり、先生が書かれたものではなく、直接寺田先生から聞いた人の口から口へ伝わって有名になった言葉です。そこに返って、社会に対する寺田先生の影響力が伺えます。」と記されている。中谷宇吉郎博士の『百日物語』（西日本新聞、1995年7～9月連載）にも、同じような記事がある。

実際、寺田寅彦は次のように書いている。

「——悪い年廻りはむしろいつかは廻って来るのが自然の鉄則であると覚悟を定めて、良い年廻りの間に用意をしておかなければならないことは実に明白過ぎるほど明白なことであるが、また、これほど万人が忘れがちなことも稀である。尤もこれを忘れてはおかげで、今日を楽しむことが出来るのだという人があるかもしれないのであるが、それは個人銘々の哲学に任せるとして、少なくとも一国の為政の枢機に参与する人だけは、この健忘症に対する診療を常々怠らないようにしてもらいたいと思う次第である。——」（『天災と国防』（1934年11月）「経済往来」誌に掲載）。

「昭和八年（1933）三月三日の早朝に、東北日本の太平洋岸に津波が来襲して、沿岸の小都市村落を片端から薙ぎ倒し洗い流し、そして多数の人命と多数の財物を奪いさった。明治二十九年（1896）六月十五日に同地方で起こったいわゆる「三陸津波」とほぼ同様な自然現象が、約満三十七年後の今日再び繰り返されたのである。——学者の立場からは通例次のように言われるらしい。『数年あるいは数十年ごとに津

波の起こるのは事実である。それなのにこれに備うることもせず、また強い地震の後には津波の恐れがあるというくらいの見やすい道理もわきまえずに、うかうかしているというのはそもそも不用意千万なことである。』しかし、罹災者の側に言わせればまた次のような申し分けがある。『それほどわかっていることなら、なぜ津波の前に間に合うように警告を与えてくれないのか。正確な日時は予報できないまでも、もうそろそろ危ないと思ったら、もう少し前にそう言ってくれてもいいではないか。今まで黙っていて、災害のあった後に急にそんなことを言うのはひどい。』すると、学者の方では、『それはもう十年も二十年前に警告を与えているのに、それに注意しないからいけない。』という。すると罹災民は『二十年も前のことなど。このせちがらい世の中でとても覚えていられない。』という。これはどちらの言い分にも道理がある。つまり、これが人間界の『現象』なのである。（『津波と人間』（1933年5月）「鐵塔」）

以上の寺田先生の書かれた言葉は、80年後の現在でもまさしくあてはまる。寺田先生は関東大震災（1923）や浅間山の噴火についても多くの論文や随筆を残している。これらの寅彦の作品は、インターネット図書館である「青空文庫 <http://www.aozora.gr.jp/>」で読むことができる。

本項は、鈴木堯士高知大学名誉教授の『寺田寅彦の地球観—忘れてはならない科学者—』（高知新聞社2003）から一部を引用させて頂いた。



写真 1.7 寺田寅彦邸の門（井上撮影）