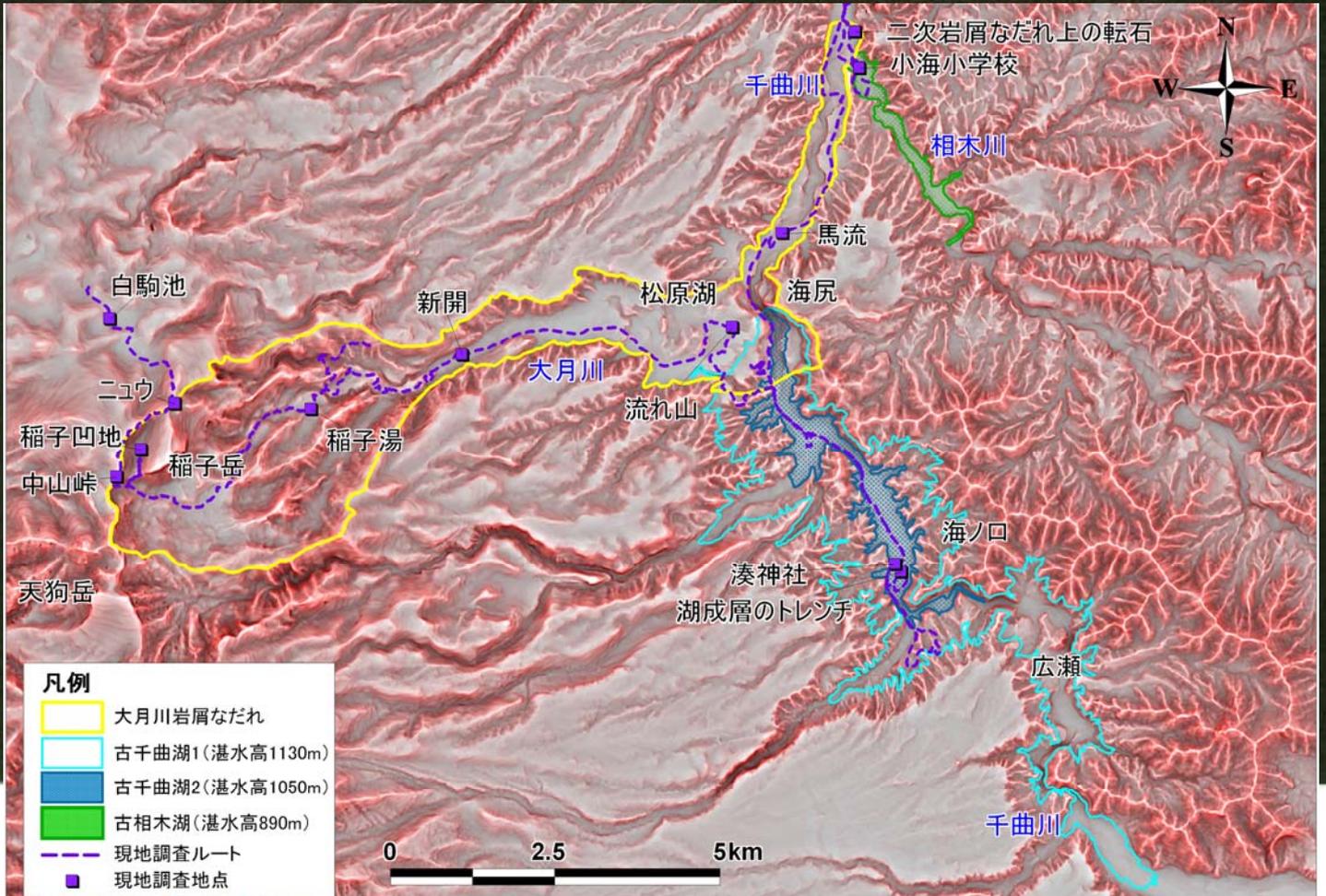


日本の天然ダム と対応策



(カラー電子版)

水山高久監修

森俊勇・坂口哲夫・井上公夫編著

古今書院



9784772261104

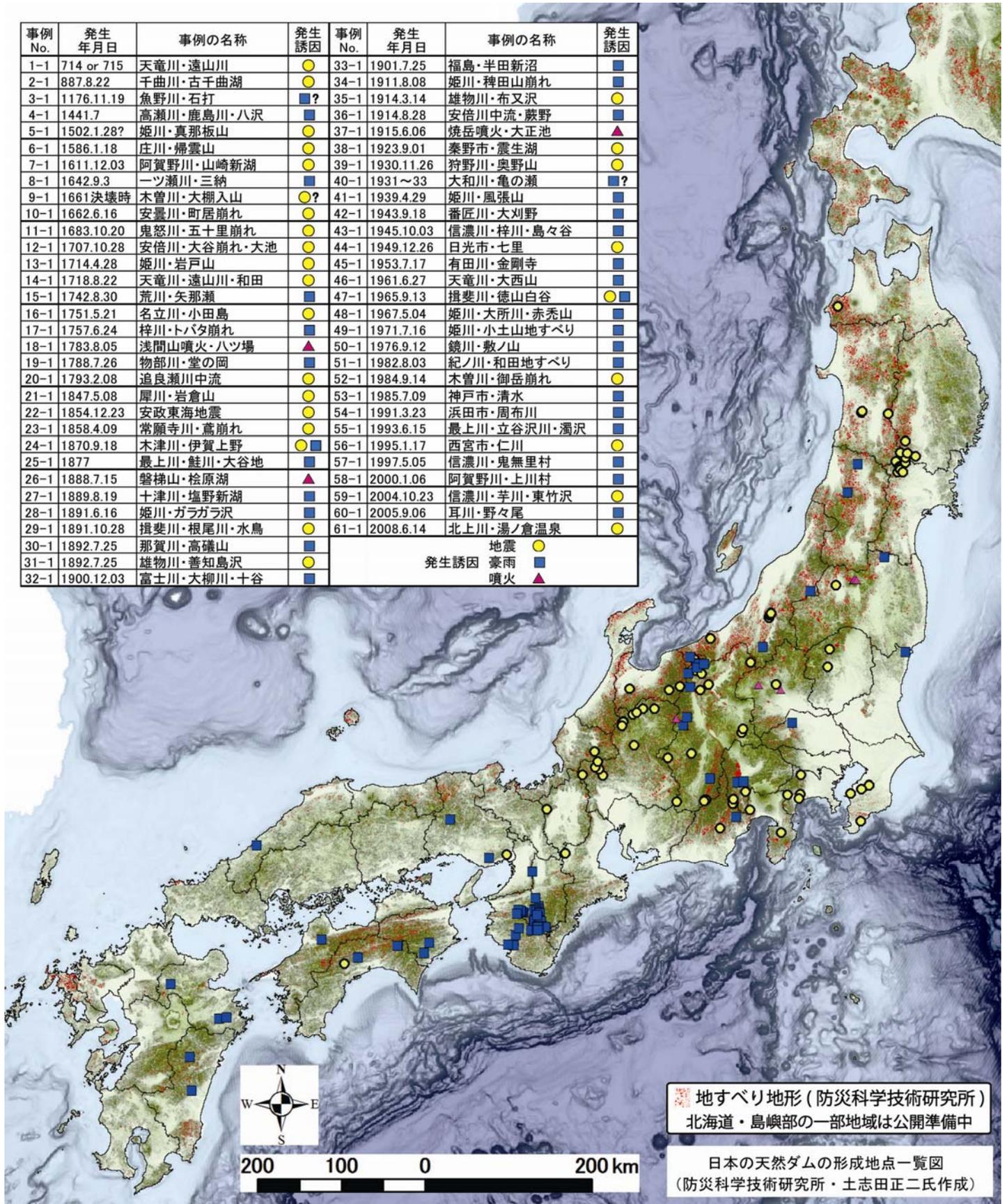
定価 本体5200円 (税別)



1923051052004

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	714 or 715	天童川・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・蕨野	■
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・焔雲山	●	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・大瀬入山	●?	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	天童川・遠山川・和田	●	46-1	1961.6.27	天童川・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・トバタ崩れ	■	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	1788.7.26	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・鳶崩れ	●	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	1877	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・桧原湖	▲	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・水鳥	●	61-1	2008.6.14	北上川・湯ノ倉温泉	●
30-1	1892.7.25	那賀川・高嶺山	■				
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	■				

発生誘因 地震 ●
豪雨 ■
噴火 ▲



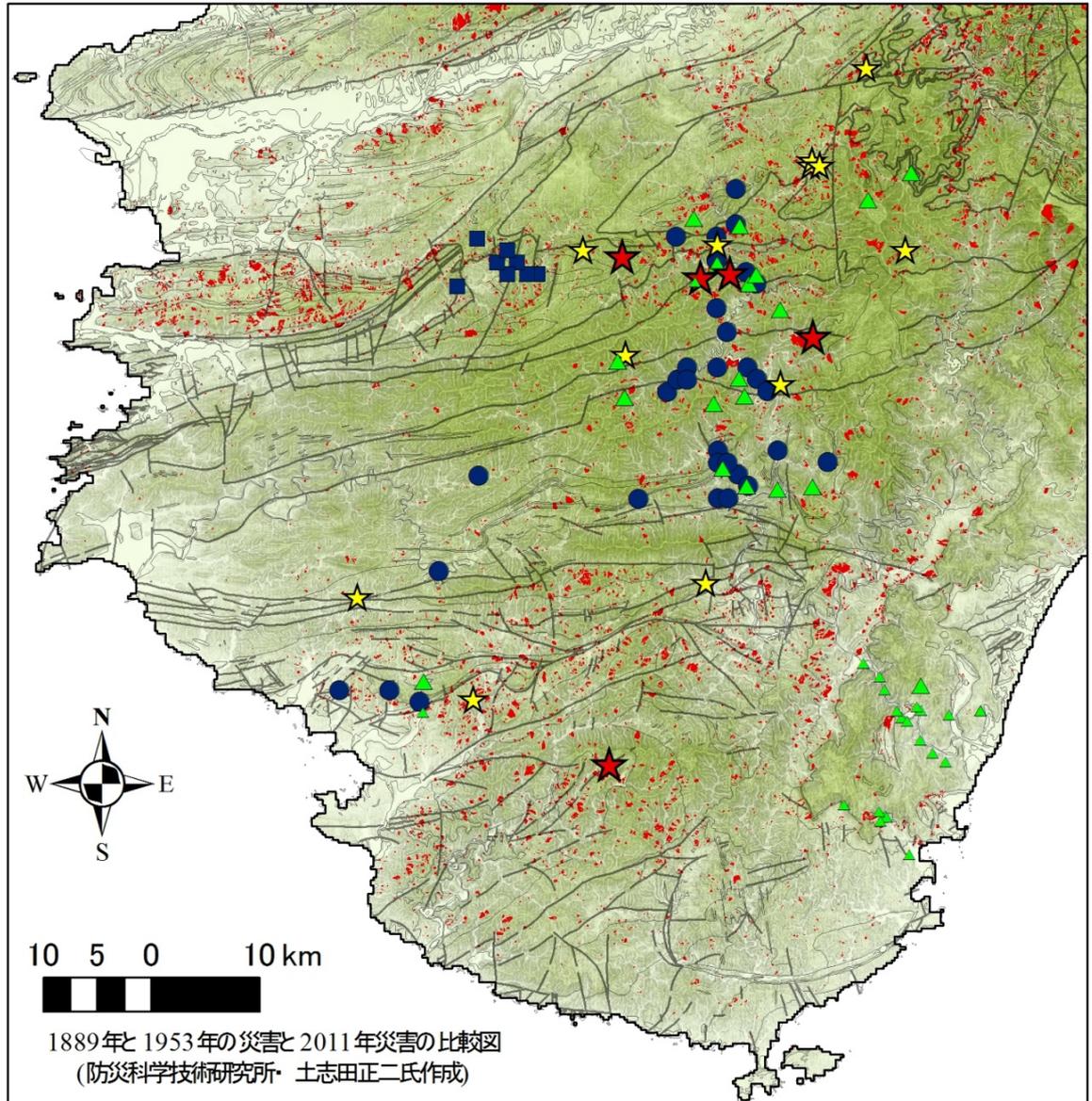
地すべり地形 (防災科学技術研究所)
北海道・島嶼部の一部地域は公開準備中

日本の天然ダムの形成地点一覧図
(防災科学技術研究所・土志田正二氏作成)

奈良県・和歌山県の1889年・1953年の災害と2011年災害の比較図

1889年災害の奈良県側は宇智吉野郡役所(1891)『吉野郡水災史』を整理したもので(田畑ほか 2002)、和歌山県側は明治大洪水誌編集委員会(1989)『紀州田辺明治大洪水—100周年記念誌—』をもとに、本書2.9項で整理した天然ダム(土砂崩れダム)の地点である。

2011年台風12号による天然ダムは、近畿地方整備局及び奈良県土木部砂防課の公表資料を用いた。基図は防災科学技術研究所の地すべり地形(地すべり移動体)分布図を使用し、大規模崩壊・崩壊は、同研究所が衛星写真・航空写真などをもとに抽出したものである。



1889年と1953年の災害と2011年災害の比較図
(防災科学技術研究所・土志田正二氏作成)

2011年台風12号土砂災害発生箇所

- ★ 天然ダム(緊急調査対象箇所)
- ☆ 天然ダム(緊急調査対象外箇所)
- ▲ 大規模崩壊
- ▲ 崩壊

過去の天然ダム形成箇所

- 1889年災害
- 1953年災害
- 地すべり地形(地すべり移動体)

日本の天然ダムと対応策

(カラーweb版)

水山高久監修

財団法人砂防フロンティア整備推進機構

森 俊勇

坂口哲夫

井上公夫

編著

古今書院

監修の言葉

京都大学大学院農学研究科教授 水山 高久

地震や豪雨によって大規模な崩壊や土石流が発生し、その土砂が河道を閉塞して天然ダムを形成する事があります。天然ダムに水が溜まり、上流では浸水被害が発生し、やがて越流が始まります。その際、急激に侵食が進んで、大きな土石流や洪水を引き起こすことがあります。一方、閉塞した土塊の浸透流量が流入する流量より多くて越流決壊が発生しないもの、越流しても侵食が穏やかで災害が発生することなく消滅するもの、残存するものも多いと考えられます。実際に残存して、地域の貴重な水源地や自然公園となっているものもあります。

著者ら（一部）は2002年に、古今書院より『天然ダムと災害』を出版しました。そこでは国内外の天然ダムのデータを収集し、その規模や決壊の特性を整理しました。さらに、国内の天然ダムによる災害事例を示して、形成と決壊過程を分析しました。米国の事例、氷河湖の決壊にもふれ、天然ダム決壊時のピーク流量の予測手法の現状について整理しました。決壊による下流域への影響については、常願寺川上流・立山カルデラの鳶崩れを対象として示し、最後に、天然ダム形成時の対応と対策を示しました。この本が出版された時点では、それまで防災の対象としてあまり重視されて来なかった、天然ダムによる災害を関係者に認識していただくのが、大きな目的でした。この出版をきっかけに、天然ダムの形成を想定した情報収集・伝達、対応の訓練も始まりました。

その後、思いがけず2004年10月に新潟県中越地震が発生し、多くの天然ダムが形成されて、現実に対応する事になりました。この災害後の対応への反省を踏まえ、試行錯誤を経て、天然ダム決壊時の流量を予測する手法（LADOFモデル）が実用に供せられるまで開発され、対策工法の議論も進みました。2005年9月には宮崎県耳川で豪雨によって天然ダムが形成され、これは3時間程度で決壊しました。さらに、2008年6月に岩手・宮城内陸地震が発生し、そこでも多くの天然ダムが形成され、中越地震の経験、教訓を生かした対応がなされました。

本書は、前書（2002）以降に発生した天然ダムの事例を整理し、さらに著者の一人である井上公夫が中心となって作業し、新たに明らかになった過去の天然ダム災害を紹介すると共に、研究が進んだ天然ダムの決壊過程をモデル化した決壊時流量の推定法、最近の災害を踏まえて整理された天然ダム形成時の対応策を示したものです。

財団法人砂防フロンティア整備推進機構は、本書に掲載された図や写真をカラーで見て頂くために、当機構のホームページで2012年より公開する予定です。

本書が、今後の天然ダムの形成、決壊により引き起こされる土砂災害、洪水災害の防止、軽減に役立てば幸いです。

2011年9月

（カラーweb版）は、発刊後に頂いた書評・新刊紹介や、著者らの報文を含めて、元のカラー原稿をpdf化して、当機構のホームページに掲載したものです。

2012年9月

目 次

監修のことば

(京都大学大学院農学研究科教授 水山高久)

第1章 『天然ダムと災害』(2002)以後の発生事例(井上公夫)	1
1.1 河道閉塞と天然ダムの用語について(井上)	1
1.2 天然ダム事例の集計(井上・土志田)	3
1.3 新潟県中越地震(2004)による天然ダム(井上)	15
1.4 宮崎県耳川(2005)の豪雨による天然ダム(千葉)	23
1.5 岩手・宮城内陸地震(2008)による天然ダム(檜垣)	28
コラム1 寺田寅彦『天災は忘れられたる頃来る』(井上)	34
第2章 2002年以後に判明した主な天然ダム災害(井上公夫)	35
2.1 ハヶ岳大月川岩屑なだれによる天然ダムの形成(887)と決壊(井上・服部・町田)	35
2.2 宝永南海地震(1707)による仁淀川中流・舞ヶ鼻の天然ダム(井上)	51
2.3 宝永東南海地震(1707)による富士川・下部湯之奥の天然ダム(井上)	56
2.4 信州小谷地震(1714)による姫川・岩戸山の天然ダム(井上・鈴木)	59
2.5 豪雨(1757)による梓川上流・トバタ崩れと天然ダム(井上)	65
2.6 浅間山天明噴火(1783)時の天明泥流による吾妻川の狭窄部における天然ダム形成・決壊(井上)	70
2.7 寛政西津軽地震(1793)による追良瀬川上流の天然ダムと決壊(檜垣・白石・古澤)	79
2.8 山形県真室川町大沢地すべりによる河道閉塞(1877)(檜垣・井上)	84
2.9 十津川水害時(1889)の和歌山県側の天然ダム(井上)	88
2.10 富士川支流・大柳川における天然ダムの形成と災害対策(井上)	95
2.11 豪雨(1911)後の稗田山崩れと天然ダムの形成と決壊(井上)	99
2.12 豪雨(1914)による安倍川中流・蕨野の河道閉塞と静岡市街地の災害(井上)	116
コラム2 自然災害などを題材とした小説のアンケート結果(井上)	122
第3章 天然ダムの決壊過程と決壊時流量の推定(森俊勇)	125
3.1 解析モデル(LADOFモデル)の構築	125
3.2 実際に発生した天然ダム決壊事例へのLADOFモデルの適用検証	129
3.2.1 徳島県那賀川流域の高磯山	129
3.2.2 側岸侵食を考慮した天然ダム決壊シミュレーション(芋川における試算例)	134
3.2.3 宮崎県耳川流域の野々原地区の天然ダムにおける検証	137
3.2.4 隣接する島戸地区における天然ダムの想定と、その形状の相違による洪水流量の算定	139
3.2.5 中国四川省唐家山(Tangjiashan)の天然ダムへの適用	144
3.2.6 水理模型実験による天然ダムの越流決壊状況	151

3.3 LADOFモデルの応用例	152
3.3.1 LADOFモデルを活用した天然ダムのリスク分析	152
3.3.2 岩手・宮城内陸地震により形成された湯浜地区の天然ダムへの応用	155
第4章 天然ダム形成時の対応策 (坂口哲夫)	160
4.1 実災害時の対応	160
4.1.1 新潟県中越地震 (2004)	160
4.1.2 岩手宮城内陸地震 (2008)	168
4.2 大規模土砂災害危機管理計画	175
4.3 天然ダム対応マニュアル	178
4.4 天然ダム対応の防災訓練	181
参考文献・引用文献	190
『地震砂防』目次	203
『天然ダムと災害』目次	204
あとがき	205
執筆者一覧	207
書評・新刊紹介など	
佐々木美紀 (2012) : 情報の散歩道, 日本の天然ダムと対応策, 砂防と治水, 205号, p.133.	208
田村俊和 (2012) : 書評・紹介 水山高久監修, 森俊勇・坂口哲夫・井上公夫編著 : 日本の天然ダムと対応策, 地学雑誌, 121巻1号, N1-2	209
太田陽子 (2012) : 書評 水山高久監修, 森俊勇・坂口哲夫・井上公夫編著 : 日本の天然ダムと対応策, 地理学評論, 85巻4号, p.412-413.	211
井上公夫・山本武美 (2012) : 宝永南海地震で形成された仁淀川中流・舞ヶ鼻の天然ダムと説明看板, 砂防と治水, 205号, p.113-115.	212
井上公夫 (2012a) : 紀伊半島における1889年の天然ダム災害, 砂防と治水, 206号, p.56-61.	215
井上公夫 (2012b) : 形成原因別(豪雨, 地震・火山噴火)にみた天然ダムの比較, 砂防と治水, 207号, p.88-89.	221
森俊勇 (2012) : “天然ダム”とは? 決壊したらどうなるか? 砂防と治水, 208号, p.76-80.	227
Inoue K., Mori T. and Mizuyama T. (2012) : The formation and outburst flooding of the largest landslide dam on the Yatsugatake Volcano in Japan, 12 th Congress Interpraevent 2012, Grenoble / France – Extended Abstracts and Poster	232
井上公夫・土志田正二 (2012) : 紀伊半島の1889年と2011年の土砂災害の比較, 砂防学会誌, 653号, p.42-46.	235

図表写真リスト目次

表紙	北八ヶ岳大月川岩屑なだれと千曲川の天然ダムの湛水範囲図（赤色立体図は国土地理院 10mDEM を用いてアジア航測株が作成）
裏表紙	日本の天然ダム形成地点一覧図（防災科学技術研究所・土志田正二作成）
裏袖	奈良県・和歌山県の 1889 年・1953 年の災害と 2011 年災害の比較図

口絵リスト

口絵 1	世界の天然ダム災害、氷河湖決壊の分布	1)
口絵 2	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）	1)
口絵 3	柳沢絵図の佐久郡南部（柳沢竜吉氏蔵）	2)
口絵 4	仁和洪水の範囲とマニング式の計算断面位置	2)
口絵 5	湯奥村絵図、天保九年四月（1838 年 5 月）湯之奥金山博物館蔵	2)
口絵 6	下部川の航空写真による判読図（国土地理院 1975 年撮影、CCB-75-17、C14-3）	2)
口絵 7	天明三年浅間山噴火に伴う堆積物と災害の分布（井上 2004）	3)
口絵 8	天明泥流に覆われた遺跡と泥流の到達範囲図と赤色立体図、長野原～吾妻溪谷	3)
口絵 9	秋津川流域被災図（榎本全部作）（明治大水害誌編集委員会、1989）	4)
口絵 10	龍神村下柳瀬の災害状況図（1/2.5 万「西」図幅）	4)
口絵 11	新宮川大水害記念図（新宮市）	4)
口絵 12	絵図から見る新宮市街地の被害状況推定図（1/2.5 万「新宮」図幅）	4)

図リスト

図 1.1	世界の天然ダム災害、氷河湖決壊の分布	2
図 1.2	日本の天然ダムの形成地点一覧図（防災科学技術研究所・土志田正二氏作成）	12
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）	13
図 1.4	天然ダムの H1, D, L, H2, A3 の概念図（田畑ほか 2002）	13
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）	15
図 1.6	東山丘陵の接峰面図（1km 谷埋め法）（井上・向山 2007）	16
図 1.7	芋川の河床断面図と天然ダム（井上・向山 2007）	17
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）	18
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）	18
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）	18
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）	21
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）	21
図 1.13	東竹沢地区河道閉塞箇所横断図（国土交通省北陸地方整備局 2004b）	21

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)	22
図 1.15	耳川の天然ダム位置図(千葉ほか 2007)	23
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)	24
図 1.17	諸塚(AMeDAS)の雨量	24
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)	25
図 1.19	野々尾地区の天然ダム平面図(宮崎県 2005)	27
図 1.20	天然ダム形状の模式図(宮崎県 2005)	27
図 1.21	天然ダムの縦断形状の模式図	27
図 1.22	岩手・宮城内陸地震による斜面変動と河道閉塞・土砂流入箇所分布(八木ほか 2009に追記)	29
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」)	30
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)	30
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」)	31
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	31
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)	32
図 2.1	北八ヶ岳と岩屑なだれと千曲川の天然ダムの湛水・決壊洪水範囲図(赤色立体地図は国土地理院 10mDEM を用いてアジア航測株が作成)	36
図 2.2	八ヶ岳大月川岩屑なだれと天然ダム、及び洪水の範囲と「仁和の洪水砂」に覆われた遺跡の分布 (井上ほか 2010)	37
図 2.3	八ヶ岳の山体崩壊と大月川岩屑なだれの堆積範囲(河内 1983 を一部改変)	38
図 2.4	大月川流域の地形分類図(町田・田村 2010)	39
図 2.5	千曲川上流の地形分類図(井上ほか 2010)	40
図 2.6	千曲川の河床断面と大月川岩屑なだれ・天然ダム、仁和洪水に覆われた遺跡の分布(井上ほか 2010)	41
図 2.7	柳沢絵図の佐久郡南部(柳沢竜吉氏蔵)	44
図 2.8	計算に使用した地形モデル	46
図 2.9	決壊シミュレーション結果(天然ダムの縦断形状の変化および決壊後のハイドログラフ)	47
図 2.10	仁和洪水の範囲とマニング式の計算断面位置	48
図 2.11	マニング式による仁和洪水の流下断面と到達時間	49
図 2.12	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)	52
図 2.13	河道閉塞地点の横断面図(井上・桜井 2009)	54
図 2.14	宝永地震(1707)による大規模土砂移動	56
図 2.15	天然ダムと下部温泉との関係	56
図 2.16	湯奥村絵図、天保九年四月(1838年5月)湯之奥金山博物館蔵	57
図 2.17	レーザープロファイラーによる天然ダム地点の地形強調図(富士川砂防事務所 2010 作成)	57
図 2.18	岩戸山崩落と塞き止め湖の湛水範囲(鈴木ほか 2009、一部修正)	60
図 2.19	岩戸山の地質推定断面図(鈴木ほか 2009、一部修正)	61
図 2.20	岩戸山周辺の地すべり地形学図(鈴木ほか 2009、一部修正)	61
図 2.21	柵池岩屑流による古白馬湖の形成と姫川の転流(上野 2009、10)	62

図 2.22	姫川第 2 ダム付近の断面図(上野 2010)	63
図 2.23	糸魚川静岡構造線ストリップマップ(産業技術総合研究所地質調査総合センター 2000)	63
図 2.24	神城盆地北部東側の標高 750m 付近の段丘面分類図(松多ほか 2001)	64
図 2.25	岩戸山大規模地すべりによる想定湛水域	64
図 2.26	梓川上流の奈川渡ダムとトバタ崩れ・天然ダムの位置図(1/2.5 万「梓湖」、2001 年修正測量)	66
図 2.27	梓川流巻岐の河床断面図とトバタ崩れ・天然ダム、発電ダム・貯水池の位置関係(森ほか 2007)	67
図 2.28	天然ダムより 12km 下流付近の決壊洪水の推定範囲(1/2.5 万地形図「波田」、2001 年修正測量)	68
図 2.29	天明三年浅間山噴火に伴う堆積物と災害の分布(井上 2004)	70
図 2.30	天明泥流に覆われた遺跡と泥流の到達範囲(長野原～吾妻溪谷)(井上 2009a)	72
図 2.31	中之条盆地付近の史料や絵図による天明泥流の復原(大浦 2008 を修正、井上 2009a)	72
図 2.32	吾妻川と利根川の河床断面と天明泥流の流下水位(井上 2009a)	75
図 2.33	利根川中・下流、江戸川沿いの天明災害供養碑の分布(井上 2009a)	78
図 2.34	追良瀬川流域の地すべり地形分布図(防災科学技術研究所 2000、第 3 集「弘前・深浦」から 1/5 万「深浦」「川原平」図幅をもとに編図した)	79
図 2.35	寛政西津軽地震関係図、及び追良瀬川流域の地すべり・天然ダムの湛水範囲	81
図 2.36	追良瀬 2 号堰堤右岸の地すべり断面図	82
図 2.37	大谷地すべりの地形区分(大八木 2007)	84
図 2.38	大谷地区の地形区分(嶋崎ほか 2008)	84
図 2.39	大谷地地区地すべり及び明治 10 年地すべりの推定滑動範囲・方向(檜垣ほか 2009)	85
図 2.40	M-N 地形断面と推定すべり面(檜垣ほか 2009)	85
図 2.41	鮭川沿いの地形・地質(山形県最上地方事務所 1991)	86
図 2.42	奈良・和歌山県の郡市別の山崩れ数(明治大水害誌編集委員会 1989)	88
図 2.43	奈良・和歌山県の郡市別の犠牲者数(明治大水害誌編集委員会 1989)	88
図 2.44	秋津川・富田川流域の水害激基地の町村別犠牲者数(明治大水害誌編集委員会 1989)	89
図 2.45	明治 22 年(1889)大水害の和歌山県・奈良県における被害状況(関係市町村誌及び明治大水害誌編 集委員会(1989)をもとに作成)	89
図 2.46	秋津川上流・高尾山と槇山の災害状況図	90
図 2.47	秋津川流域被災図(榎本全部作)(明治大水害誌編集委員会 1989)	90
図 2.48	田辺地域の洪水氾濫範囲と記念碑・石碑の位置図(1/2.5 万「紀伊田辺図幅」)	91
図 2.49	龍神村下柳瀬の災害状況図(1/2.5 万「西」図幅)	93
図 2.50	新宮川大水害記念図(新宮市、新宮木材協同組合所有)	94
図 2.51	絵図から見る新宮市街地の被害状況推定図(1/2.5 万「新宮」図幅)	94
図 2.52	明治時代の富士川・大柳川周辺の状況(堀内ほか 2008)	95
図 2.53	大柳川流域の天然ダムと集落の位置関係(堀内ほか 2008)	96
図 2.54	姫川流域の地形分類図(真那板山、稗田山等の大規模崩壊と天然ダム、井上 1997 を修正)	99
図 2.55	真那板山崩壊と葛葉峠斜面の形成(建設省松本砂防事務所 1999)	101
図 2.56	姫川と支流の河床縦断面図と天然ダム(井上原図、稗田山崩れ 100 年シンポジウム実行委員会 2011)	102
図 2.57	天気図(1911 年 8 月 4 日午後 10 時)(経済安定本部資源調査会事務局 1949)	106

図 2.58	長野県北安曇郡南小谷村浦川奥崩壊地付近地質図(横山 1912)	106
図 2.59	稗田山崩れによる地形変化(町田 1964、67 を 1/2.5 万地形図に転記)	111
図 2.60	稗田山の推定地質断面図(町田原図, 稗田山崩れ 100 年シンポジウム実行委員会 2011)	112
図 2.61	浦川の石坂付近の河床横断面図(町田原図, 稗田山崩れ 100 年シンポジウム実行委員会 2011)	113
図 2.62	3 時期の来馬災害地図(松本 1949)	115
図 2.63	安倍川水系概略図(井上ほか 2008)	116
図 2.64	文政十一年(1828)と大正 3 年(1914)の安倍川下流の洪水の被災状況(基図は 1889 年測図 1/2 万「美和村」「静岡」)(井上ほか 2008)	117
図 2.65	1889 年の安倍川中流右岸・蕨野地区の斜面状況(1/2 万正式図「玉川村」、1889 年測図)	119
図 2.66	安倍川中流右岸・蕨野地区の斜面変化(1/5 地形図「清水」、①1896、②1916、③1940、④1974 年測図)	119
図 2.67	安倍川中流右岸・蕨野地区の崩壊状況(1/5000 安倍川砂防平面図、静岡河川工事事務所 1978 年測図、井上ほか 2008)	120
図 2.68	安倍川中流・蕨野地区の河道閉塞地点の横断面図(井上ほか 2008)	120
図 3.1	二層流モデルの模式図(高濱ほか 2000、一部加筆)	126
図 3.2	LADOF モデルにおける側岸侵食の模式図(里深ほか 2007c)	127
図 3.3	計算河道の縦断状況と川幅(里深ほか 2007a)	129
図 3.4	天然ダム形状の模式図(里深ほか 2007a)	130
図 3.5	計算結果と推定値との比較(里深ほか 2007a)	131
図 3.6	流量の時間変化($n=0.05$ の場合)(里深ほか 2007a)	132
図 3.7	天然ダム地点の河床変動の時間変化(里深ほか 2007a)	133
図 3.8	天然ダム地点の水位の時間変化(里深ほか 2007a)	133
図 3.9	芋川流域における塩谷川の位置	134
図 3.10	川幅の変化(里深ほか 2007c)	135
図 3.11	天然ダム直下におけるピーク流量(里深ほか 2007c)	135
図 3.12	天然ダム天端河床部の侵食速度(里深ほか 2007c)	135
図 3.13	天然ダム天端側岸部における侵食速度(里深ほか 2007c)	136
図 3.14	天然ダム天端高の時間変化(里深ほか 2007c)	136
図 3.15	野々尾地すべり、天然ダムと発電ダム等の位置図(1/2.5 万地形図「諸塚」「清水岳」に加筆)	137
図 3.16	野々尾天然ダムの想定形状(宮崎県 2005、一部加筆)	138
図 3.17	天然ダム決壊前後の山須原ダム流入量(千葉ほか 2007、一部加筆)	138
図 3.18	天然ダム堤体材料の粒径別の計算結果(宮崎県 2005、一部加筆)	139
図 3.19	島戸地区天然ダム形成平面図(全体ブロックの場合)(宮崎県)	139
図 3.20	島戸地区天然ダム想定断面図(主側線)(宮崎県 2005)	140
図 3.21	島戸地区で想定した天然ダムの縦断形状(宮崎県 2005)	141
図 3.22	決壊時ピーク流量(流入量 $2000\text{m}^3/\text{s}$)の計算結果(宮崎県 2005、一部加筆)	143
図 3.23	Google map による天然ダム形成箇所(Google map 及び個人投稿写真に一部加筆)	144
図 3.24	唐家山天然ダムの河川縦断面、川幅(SFF2009a)	145

図 3.25	計算に用いた唐家山天然ダムの形態(SFF2009a)	145
図 3.26	排水路掘削後のイメージ(SFF2009a)	145
図 3.27	唐家山天然ダムの平面図(Google map に加筆)	146
図 3.28	唐家山天然ダムの LADOF モデルによるハイドログラフ(SFF2009a)	147
図 3.29	天然ダム決壊流量の実績値(中国政府水利部発表)と計算値との比較(SFF2009a)	147
図 3.30	唐家山天然ダムの決壊時湛水池の水位変化(SFF2009a)	147
図 3.31	α を変えた場合の天然ダム決壊流量の試算値(左:1,500, 右:150,000)(SFF2009a)	148
図 3.32	天然ダムの断面図	149
図 3.33	天然ダム決壊時における各ケースのハイドログラフ(図はピーク時刻を合わせた)(SFF2009a)	149
図 3.34	排水路を掘削しない場合の洪水ハイドログラフ(SFF2009a)	150
図 3.35	岩手・宮城内陸地震による天然ダム形成箇所と計算対象天然ダム(国土交通省河川局砂防部保全課記者発表資料, 2008年6月19日)	152
図 3.36	迫川上流付近の天然ダムと計算ケース(SFF2008、アジア航測株式会社作成)	153
図 3.37	迫川流域における天然ダム決壊時のハイドログラフ(SFF2008)	154
図 3.38	迫川上流の天然ダム決壊前後の断面図(SFF2008)	154
図 3.39	湯浜地区の計算縦断面および河床幅(SFF2009b)	155
図 3.40	計算範囲平面図(SFF2009b, アジア航測株式会社作成)	156
図 3.41	天然ダムの天端(頂部)直下のハイドログラフ(SFF2009b)	158
図 3.42	支流合流点におけるハイドログラフ(SFF2009b)	158
図 3.43	粒径=0.2m, 流入量=10年超過確率の場合の侵食量(SFF2009b)	159
図 3.44	粒径=0.2m, 流入量=計画規模の場合の侵食量(SFF2009b)	159
図 4.1	東竹沢地区の地震発生から応急対策の完成までの湛水池の水位変化と主な対応(国土交通省北陸地方整備局 2004b)	161
図 4.2	芋川流域河道閉塞監視機器設置位置図(国土交通省北陸地方整備局 2004b)	162
図 4.3	東竹沢全体平面図(国土交通省北陸地方整備局 2004b)	164
図 4.4	平成 20 年岩手・宮城内陸地震における河道閉塞(天然ダム)	168
図 4.5	岩手・宮城内陸地震時の大規模土砂災害(天然ダム)対応の流れ	169
図 4.6	テックフォース(Tec Force)派遣制度	170
図 4.7	応援要請 支援状況	170
図 4.8	応援要請 支援体制と役割分担	171
図 4.9	警戒避難体制の整備 監視観測体制(迫川 温湯地区の例)	172
図 4.10	専門家による助言の活用① 専門家によるサポート	172
図 4.11	専門家による助言の活用② 専門家によるサポート	173
図 4.12	警戒避難体制の整備 市への住民避難基準の提案	173
図 4.13	警戒避難体制の整備 市への住民避難基準のための連絡体制の提案	174
図 4.14	大規模土砂災害危機管理計画構成図	176
図 4.15	天然ダムに関わるマニュアル等の関係(国土技術政策総合研究所 2010)	178

図 4.16	天然ダム対応の流れのフロー(国土技術政策総合研究所 2010)	179
図 4.17	RP 訓練の仕組み	182
図 4.18	RP 訓練のイメージ	182
図 4.19	RP 訓練の手順(計画・実施・評価)	183
図 4.20	RP 訓練の参加機関	183
図 4.21	災害シナリオ作成のポイント	184
図 4.22	災害対応シナリオ作成のポイント	184
図 4.23	総合的 RP 訓練シナリオ	184
図 4.24	RP 訓練の運営計画	185
図 4.25	状況付与カードの作成例	185
図 4.26	訓練会場の配置計画平面図	186
図 4.27	RP の流れと反省点	186
図 4.28	RP 訓練結果による防災体制や防災業務計画への反映	187
図 4.29	住民等の実働避難訓練	188
図 4.30	災害対策資機材の活用	189
図 4.31	災害対策用ヘリコプターを活用した画像伝送及び飛行ルート	189

表リスト

表 1.1	河道閉塞による湛水現象の表現の変遷(井上 2005c)	4
表 1.2	日本の天然ダムの年次別災害一覧表	5
表 1.3	日本の天然ダム事例一覧表(田畑ほか 2002 に事例を追記)	6
表 1.4	日本の天然ダムの湛水量の順位	14
表 1.5	日本の天然ダムの湛水高の順位	14
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)	17
表 1.7	天然ダムの土砂移動量(宮崎県, 2005)(千葉ほか, 2007)	25
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	32
表 2.1	大月川岩屑なだれ堆積物中の放射性炭素年代	41
表 2.2	「仁和の洪水砂」に覆われた遺跡の一覧表	42
表 2.3	計算ケースの想定形状	46
表 2.4	千曲湖 1 の決壊氾濫計算結果の一覧表	46
表 2.5	マニング式で計算した「仁和洪水」の想定水位・流量・流速・流下時間	50
表 2.6	天明泥流の流下時刻の記述(関 2006 に修正・追記、井上 2009a)	71
表 2.7	マニング式で計算した天明泥流の水位・流量・流速・流下時間(国土交通省利根川水系砂防事務所 2004)	74
表 2.8	天明泥流に流されて助かった人の名前(国土交通省利根川水系砂防事務所 2004、井上 2009a)	78
表 2.9	寛政四、五年の津軽地方の天気表(『御国日記』より作成)	80
表 2.10	大柳川(五開村)で発生した地すべりの被害状況(堀内ほか 2008)	96

表 2.11	明治 29 年(1896)9 月～明治 34 年(1901)7 月までの大柳川の災害対応(堀内ほか 2008)	97
表 2.12	信濃毎日新聞などによる稗田山崩れの経緯	105
表 2.13	文政十一年と大正 3 年災の破堤箇所一覧(井上ほか 2008)	118
表 2.14	天然ダム決壊前後のピーク流量(井上ほか 2008)	121
表 2.15	手越地点と牛妻地点の既往洪水順位(井上ほか 2008)	121
表 2.16	自然災害などを題材とした小説の著者・題名等の一覧表(2011 年 9 月 29 日)	122

表 3.1	決壊時のピーク流量の算定結果(宮崎県 2005)	142
表 3.2	計算に用いた唐家山天然ダムの基本諸元(SFF2009a)	145
表 3.3	計算ケースとピーク流量(SFF2009a)	149
表 3.4	DAMBRK モデルによる想定洪水(中国政府水利部, インターネットによる資料を元に作成)	150
表 3.5	一迫川流域の天然ダムの計算条件とケース(SFF2008)	153
表 3.6	迫川流域の天然ダム決壊時のピーク流量(SFF2008)	153
表 3.7	湯浜地区の天然ダムの計算ケース(SFF2009b)	157
表 3.8	湯浜地区の計算に使用した諸元(SFF2009b)	157
表 3.9	湯浜地区の天然ダム決壊時のピーク流量(SFF2009b)	157

表 4.1	ステージ毎の対応項目	180
表 4.2	防災訓練の種類と特徴	181
表 4.3	ロールプレイング方式	182
表 4.4	RP 訓練の目的、訓練項目	183
表 4.5	RP 訓練スケジュールの策定	184

写真リスト

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)	19
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)	19
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)	20
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)	20
写真 1.5	耳川の天然ダム(日本工営㈱撮影)	23
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)	30
写真 1.7	寺田寅彦邸の門(井上撮影)	34

写真 2.1	戦後の開拓地「新開」から見た北八ヶ岳の大規模な山体崩壊の跡地形、赤破線はカルデラの範囲、黒破線は稲子岳の大規模移動岩塊(井上撮影、地理 55 巻 5 月号)	36
写真 2.2	北八ヶ岳の山体崩壊と岩屑なだれ堆積物(防災科学技術研究所 井口隆 2002 年 12 月 22 日撮影)	36
写真 2.3	小海町本間の千曲川河成段丘上の大転石(地点 A、山頂から 22km)	40
写真 2.4	小海の相木川と千曲川に挟まれた段丘面上の大転石(地点 B、山頂から 19km)	40

写真 2.5 大月川岩屑なだれの埋もれ木 (地点 C)	40
写真 2.6 海ノ口付近の千曲川河床 (地点 D、河道閉塞地点より 6km 上流)	40
写真 2.7 新開付近の大月川岩屑なだれ上の大転石 (井上)	41
写真 2.8 屋代遺跡群地之目遺跡発掘の皿と壺 (2009年4月18日の現地説明会、山頂から92km)	42
写真2.9 屋代遺跡群地之目遺跡の東側斜面 (条里制遺構の上に仁和の洪水砂が載っている、井上撮影)	42
写真 2.10 海ノ口の湊神社 (井上撮影)	43
写真 2.11 天狗岳北斜面からみた稲子岳の巨大な移動岩塊 (飯島慈裕氏 1999 年 6 月撮影)	43
写真 2.12 ニュウ～中山峠からみた稲子岳の凹地 (左が稲子岳、右は天狗岳、奥は硫黄岳、井上撮影)	43
写真 2.13 天然ダムを形成した仁淀川左岸の崩壊地形 (鎌井田の林道から望む、2008年10月井上撮影)	51
写真 2.14 仁淀川右岸の巨礫岩塊が多く存在する台地 (対岸の県道から望む、同上井上撮影)	51
写真 2.15 対岸に厚く堆積する巨大な角礫層	53
写真 2.16 対岸からみた地すべり性崩壊地 (上 3 枚は 2008 年 10 月井上撮影)	53
写真 2.17 巨大な硬質角礫が密集する台地 (上3枚、2008年12月井上撮影)	53
写真 2.18 柴尾の観音堂と石碑 (左側は吉岡町長)	54
写真 2.19 柴尾の石碑 (越知町柴尾地先)	54
写真 2.20 女川の石碑 (越知町女川地先) (上3枚、2008年10月井上撮影)	54
写真 2.21 越知盆地の電信柱の洪水水位標識	55
写真 2.22 柳瀬川の洪水水位標識 (標高 61m)	55
写真 2.23 洗浄され、読みやすくなった石碑と説明看板 (2011 年 9 月 1 日、山本武美氏撮影)	55
写真 2.24 市川大門町 一宮浅間神社 (2009 年 10 月井上撮影)	56
写真 2.25 下部川の航空写真による判読図 (国土地理院 1975 年撮影 CCB-75-17、C14-3)	57
写真 2.26 対岸の林道から大規模崩壊地を望む (森林に覆われ地すべり地形は良く分からない)	58
写真 2.27 天然ダムの堆砂敷 (地元では「海河原」と呼んでいる) (2009 年 10 月井上撮影)	58
写真 2.28 修復された道路用壁 (2010 年 10 月井上撮影)	58
写真 2.29 姫川右岸の岩戸山 (防災科学技術研究所、井口隆氏撮影)	59
写真 2.30 岩戸山周辺の航空写真 (山-657、C6-12、1973.8.13)	61
写真 2.31 岩戸山の 大岩若宮社と石段 (井上、2009 年 10 月撮影)	62
写真 2.32 梓湖右岸入山地区から見たトバタ崩れ (井上 2006 年 11 月撮影)	65
写真 2.33 梓湖湛水前のトバタ崩れ付近の航空写真 (山-535、C25-11,12,13、1968.9.20)	65
写真 2.34 追良瀬川右岸の地点 F の露頭 (2010 年 8 月、古澤撮影)	82
写真 2.35 明治大洪水記念碑 (田辺市民総合センター前) (2004 年 10 月、井上撮影)	91
写真 2.36 彦五郎人柱之碑 (2004 年 10 月、井上撮影)	92
写真 2.37 溺死招魂碑 (2004 年 10 月、井上撮影)	92
写真 2.38 下柳瀬の地すべり・河川閉塞跡地 (2004 年 10 月、井上撮影)	93
写真 2.39 下柳瀬の水難碑 (2004 年 10 月、井上撮影)	93
写真 2.40 十谷地区の緩斜面と集落 (2006 年 12 月、井上撮影)	95
写真 2.41 切コツで発生した地すべりによる天然ダム (山梨県砂防課蔵)	97
写真 2.42 排水假樋工事 (箱桶) の設置状況と拡大写真 (1900 年 2 月 27 日通水) (山梨県砂防課蔵)	98

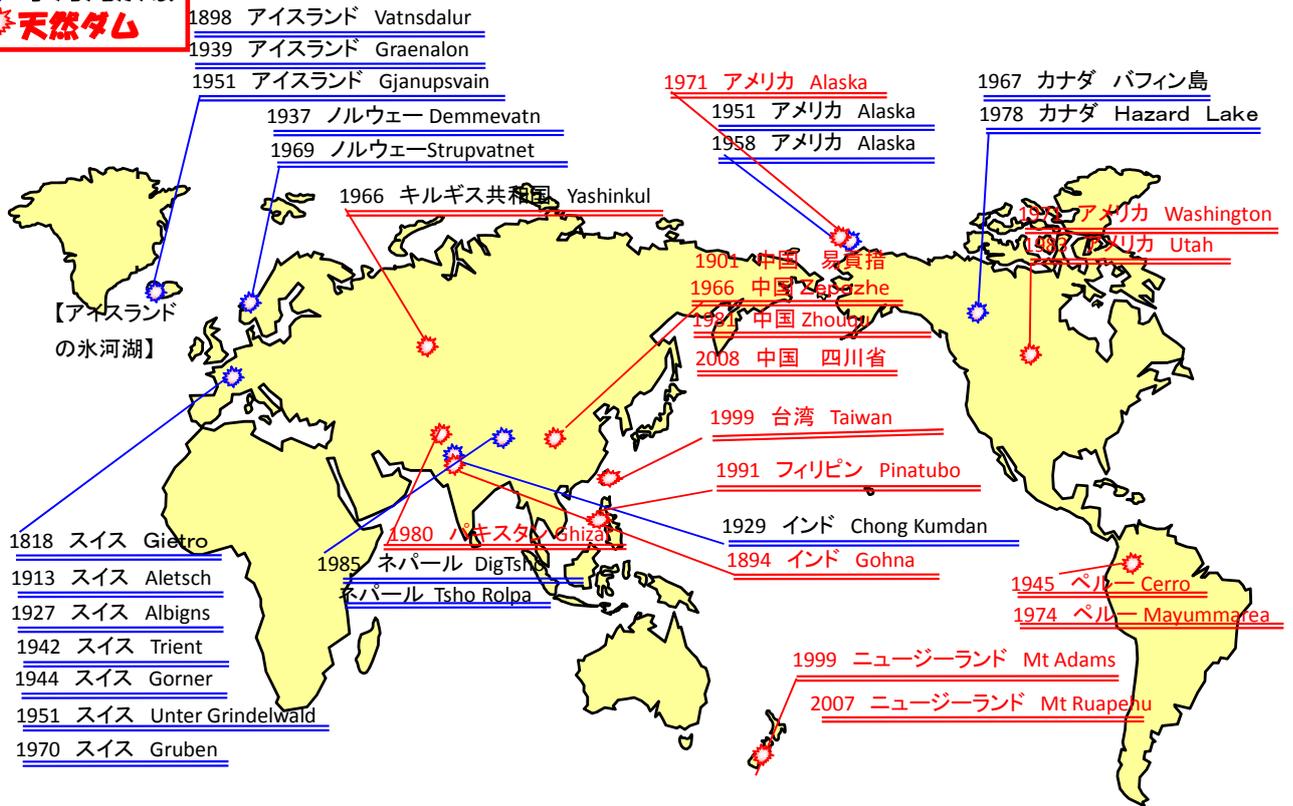
写真 2.43	切コツ地すべり地付近の大柳川本川に施工された砂防えん堤（山梨県砂防課蔵）（左：大正4年度砂防第4号堰堤工事、右：大正5,6年度砂防工事）	98
写真 2.44	対策工実施前の真那板山の巨大な崩落岩塊（旧国道148号・国界橋、1997年、井上撮影）	100
写真 2.45	対策工実施後の真那板山の巨大な崩落岩塊（旧国道148号・国界橋、2011年、森撮影）	100
写真 2.46	浦川上流・稗田山崩れの斜め航空写真（防災科学技術研究所・井口隆氏撮影）	103
写真 2.47	松ヶ峯から浦川の土砂堆積・稗田山崩れを望む（小谷村役場蔵、横山1912）	107
写真 2.48	姫川合流点から浦川上流・稗田山崩れの斜め航空写真（防災科学技術研究所・井口隆氏撮影）	107
写真 2.49	浦川を流下・堆積した流れ山（小谷村役場蔵、横山1912）	109
写真 2.50	姫川対岸・外沢から松ヶ峰を望む（小谷村役場蔵、横山1912）	110
写真 2.51	姫川対岸外沢から松ヶ峯・浦川を望む（2011年6月、森撮影）	110
写真 2.52	姫川右岸・外沢から松ヶ峯を望む（2011年6月、井上撮影）	110
写真 2.53	水没し始めた下里瀬集落（左車坂、正面平倉山、小谷村役場蔵）	114
写真 2.54	土石流に襲われた来馬集落（1911年8月12日頃）（小谷村役場蔵）	114
写真 2.55	蕨野地区のほぼ正面から見た安倍川中流右岸の崩壊地形（2007年5月10日井上撮影）	118
写真 2.56	安倍川中流・蕨野地区の航空写真（SHIZUOKA、C38-1046,1047、1985年1月撮影）	119
写真 2.57	自然災害などを題材とした小説（砂防図書館蔵）	122
写真 3.1	昭和20年頃 田野氷柱観音付近的那珂川（鷲敷町1990:80年のあしあと）	132
写真 3.2	野々尾地すべりと決壊した天然ダム（日本工営㈱ 撮影）	137
写真 3.3	天然ダム満水後の流出状況（左：中国政府水利部、右：新華社通信）	148
写真 3.4	天然ダムの越流決壊に関する水理模型実験（(財)建設技術研究所提供、実験の様子は同財団のホームページで公開されている）	151
写真 4.1	東竹沢の地震直後の土砂移動状況（北陸地方整備局中越地震復旧対策室2004）	160
写真 4.2	H16.11.29 木籠地区家屋浸水状況	161
写真 4.3	H16.12.14 東竹沢仮排水路 開削とのり面工	161
写真 4.4	天然ダムの監視カメラ	162
写真 4.5	衛星アンテナ（監視カメラの映像はKu-SATにより通信衛星を通じて配信）	162
写真 4.6	自衛隊ヘリによる資機材・人員輸送	163
写真 4.7	ヘリによるブロック据え付け	163
写真 4.8	台船による重機搬入	163
写真 4.9	前沢川渡河道路造成	163
写真 4.10	H16.11.17 東竹沢 呑み口が侵食され、約25m後退、上流水位も上昇中	163
写真 4.11	H16.10.26 小松倉～東竹沢への国道291号	164
写真 4.12	応援に駆けつけた各地方整備局のポンプ	165
写真 4.13	ポンプの設置にも重機が必要	165
写真 4.14	異常事態に対応する体制	166
写真 4.15	日々新たな問題発生	167

写真 4.16	H16.12.09 山古志村木籠集落の住民に現地説明会実施	167
写真 4.17	H16.12.17 報道関係者への現地説明会	167
写真 4.18	市野々地区の対策工事完成後(2011年5月1日、井上撮影)	174
写真 4.19	状況付与資料(天然ダム関連CG)	185
写真 4.20	DIG 訓練の状況①(危険箇所等の抽出)	187
写真 4.21	DIG 訓練の状況②(危険箇所等を地形図で確認)	187
写真 4.22	DIG 訓練の状況③(避難するルートなどの抽出)	188

世界の天然ダム

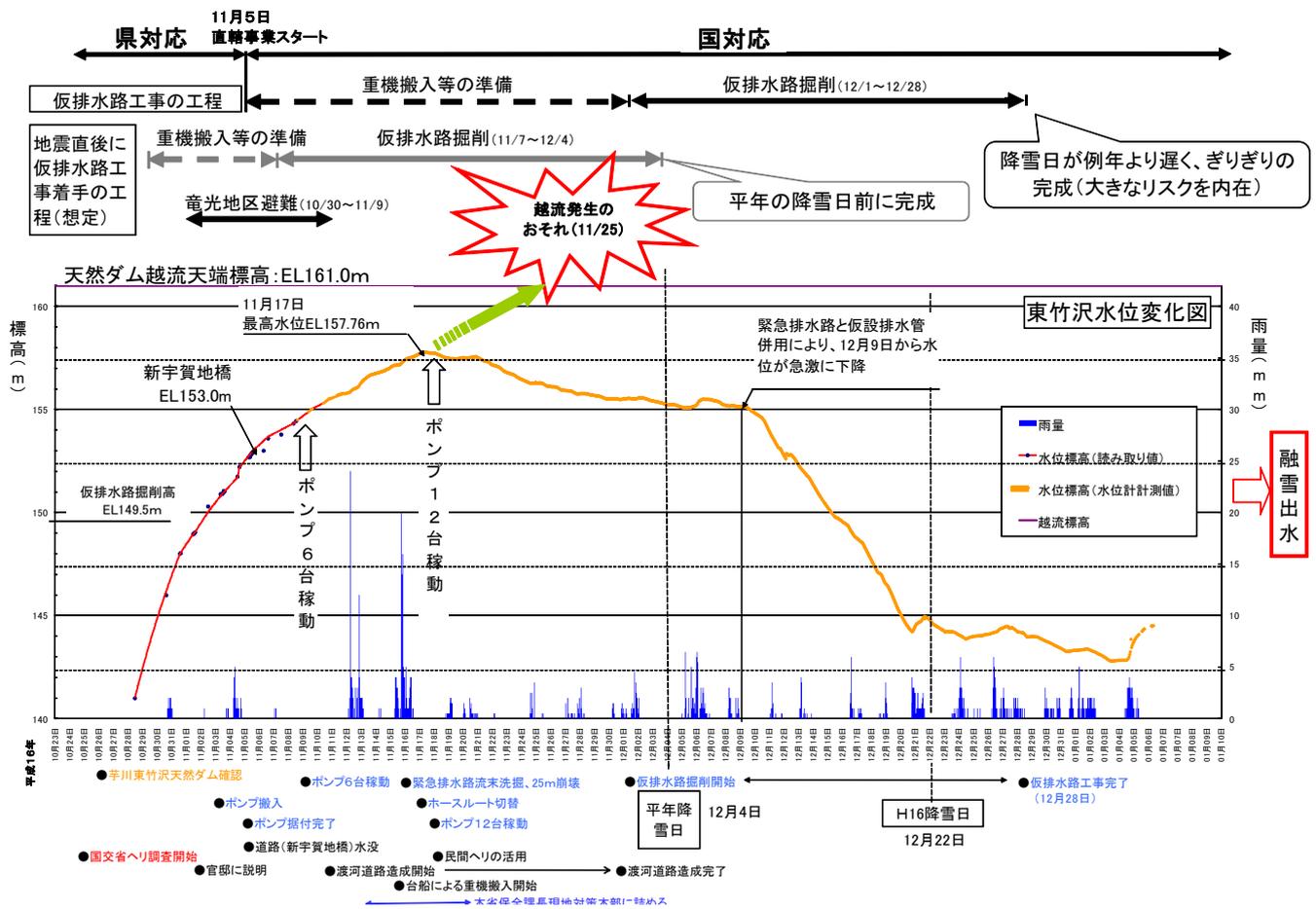
近年の地球温暖化・異常降雨等により、氷河湖決壊、天然ダムによる災害の危険性は益々高まっている

氷河湖決壊
天然ダム

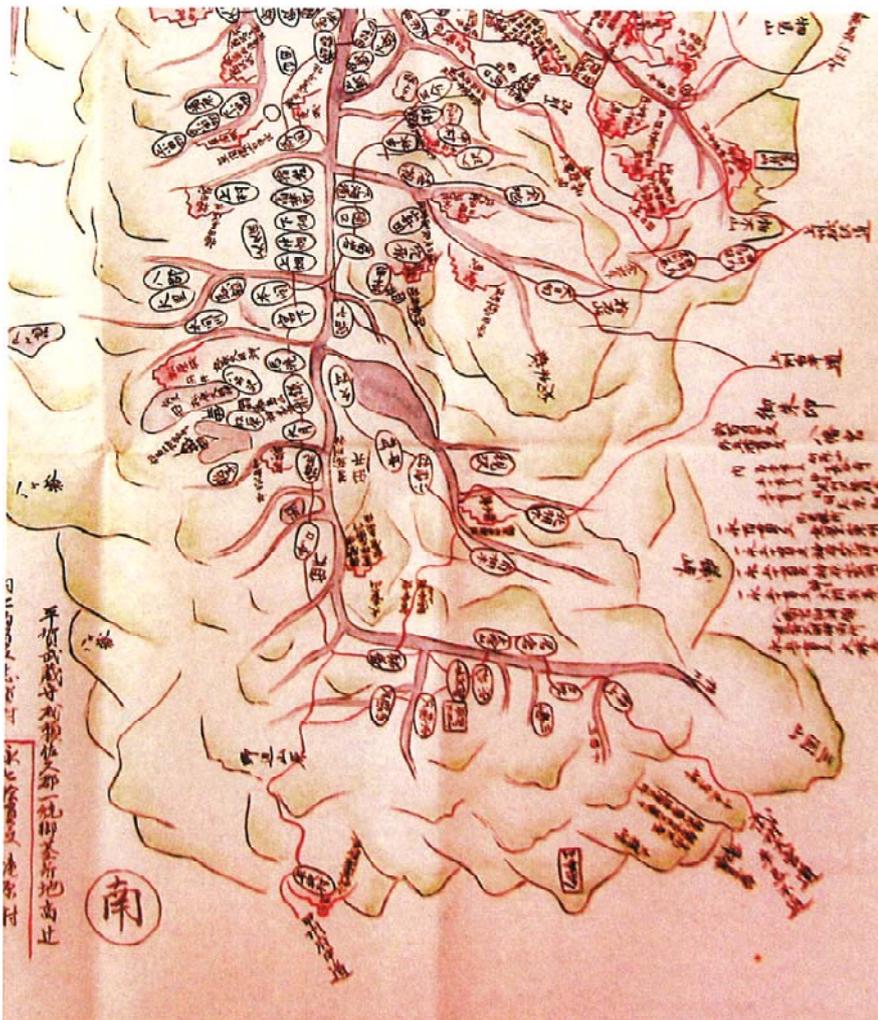


国土交通省砂防部保全課資料

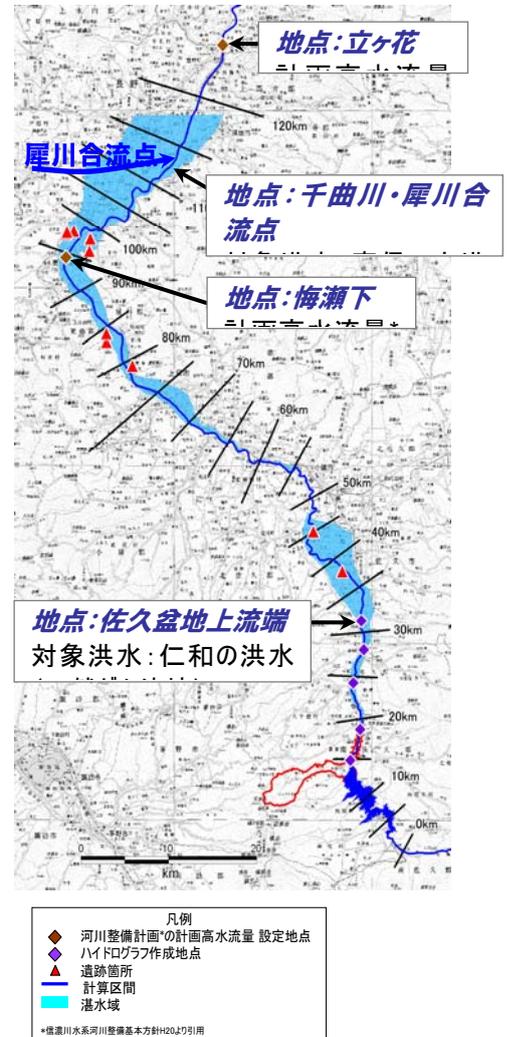
口絵 1 世界の天然ダム災害、氷河湖決壊の分布



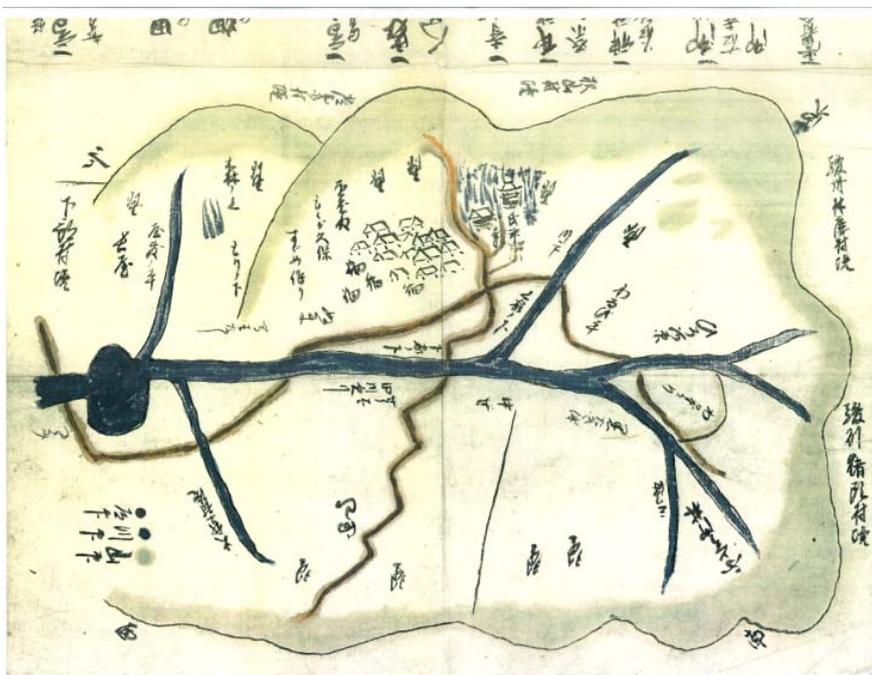
口絵 2 東竹沢河道閉塞地点の水位変動と天然ダム対策の経緯 (国土交通省北陸地方整備局 2004b)



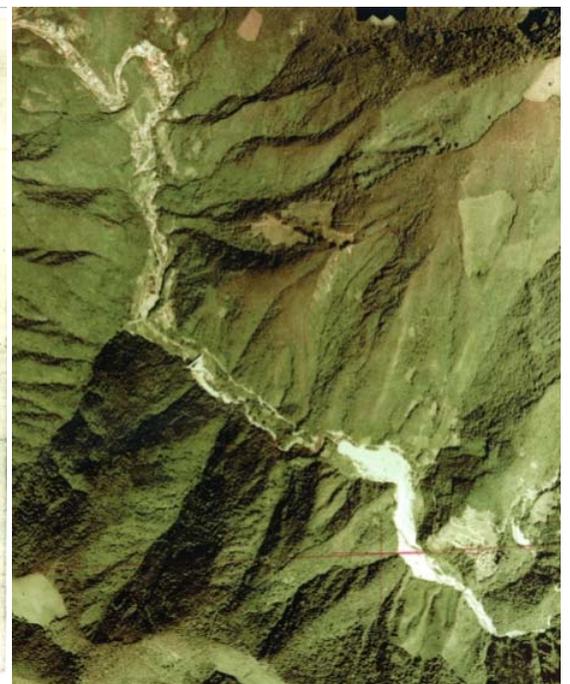
口絵 3 柳沢絵図の佐久郡南部（柳沢竜吉氏蔵）



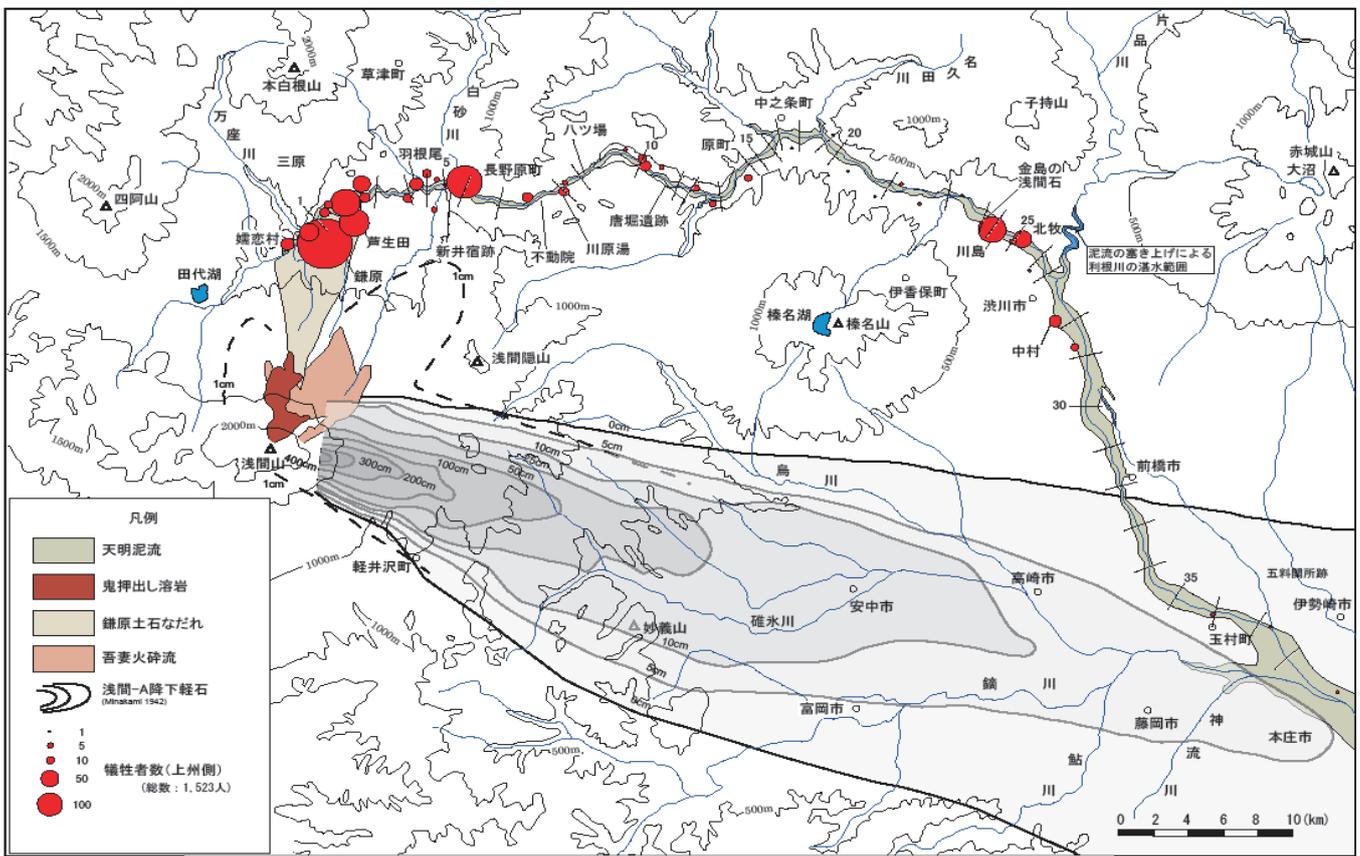
口絵 4 仁和洪水の範囲とマンニング式の計算断面位置



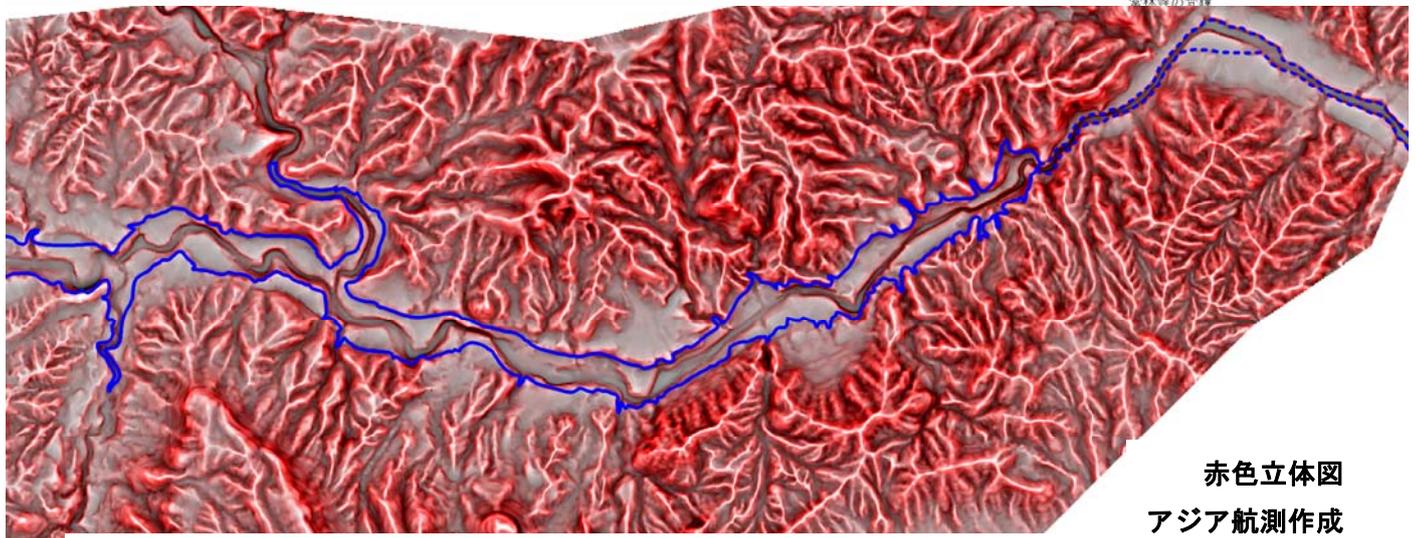
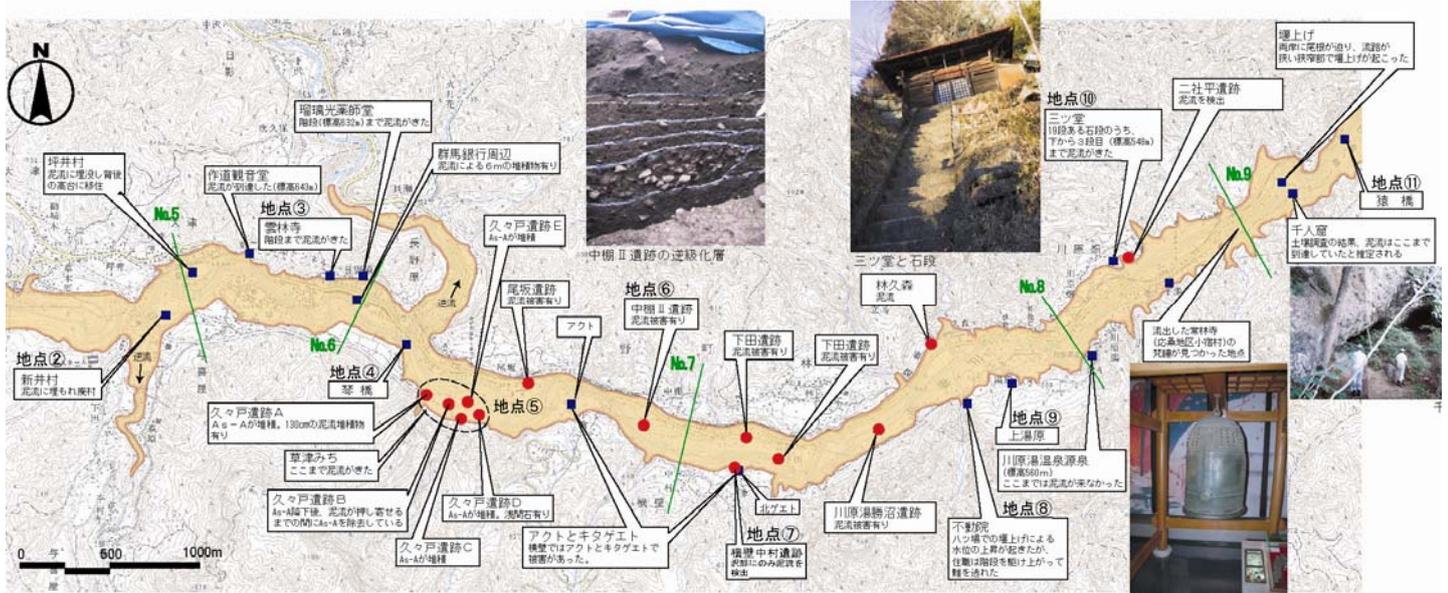
口絵 5 湯奥村絵図、天保九年四月（1838年5月）
 湯之奥金山博物館蔵



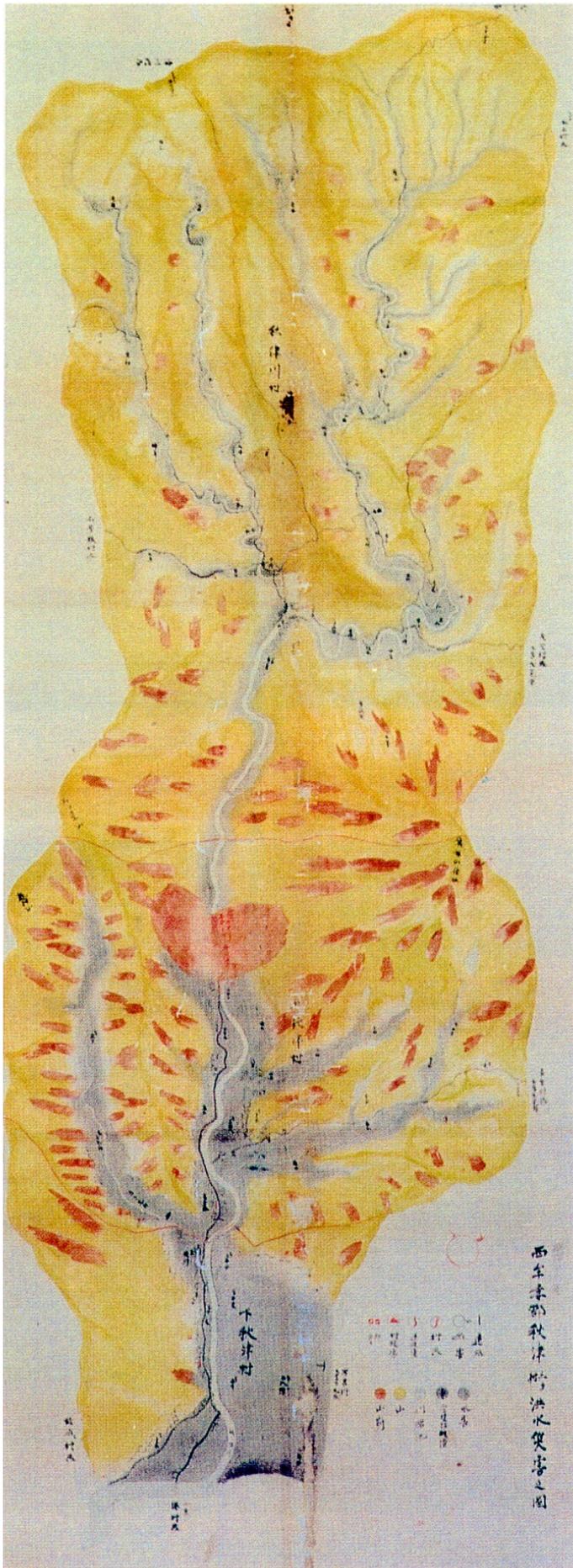
口絵 6 下部川の航空写真による判読図
 国土地理院 1975年撮影、CCB-75-17、C14-3



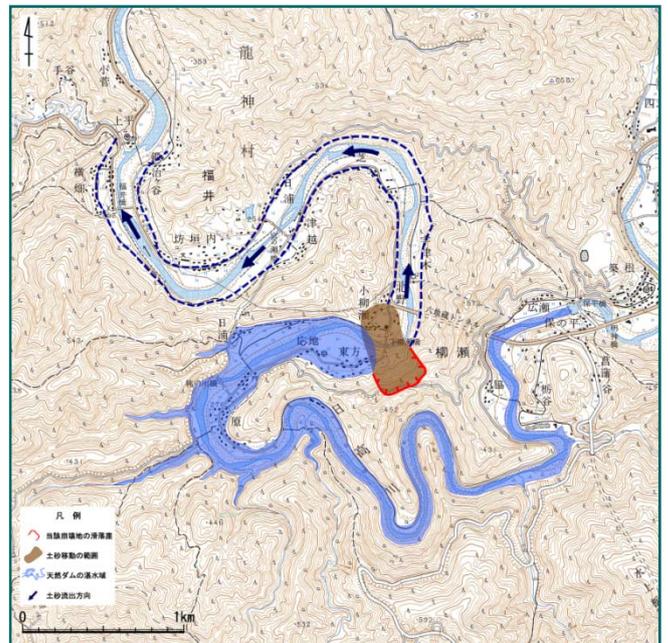
口絵 7 天明三年浅間山噴火に伴う堆積物と災害の分布 (井上 2004)



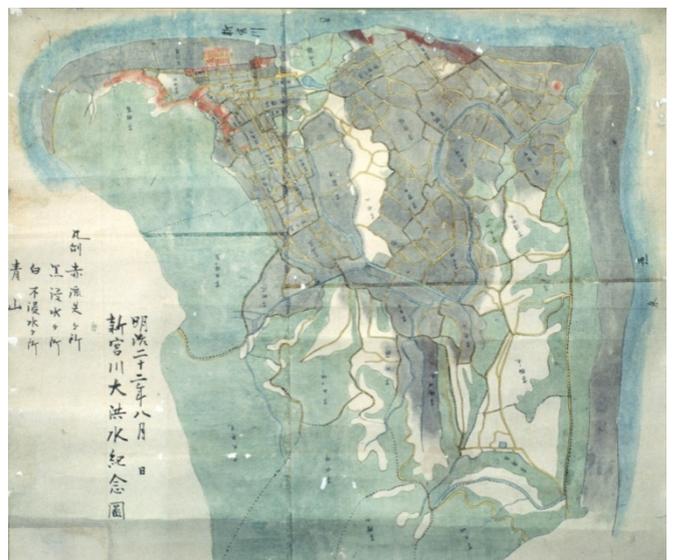
口絵 8 天明泥流に覆われた遺跡と泥流の到達範囲図と赤色立体図、長野原～吾妻溪谷



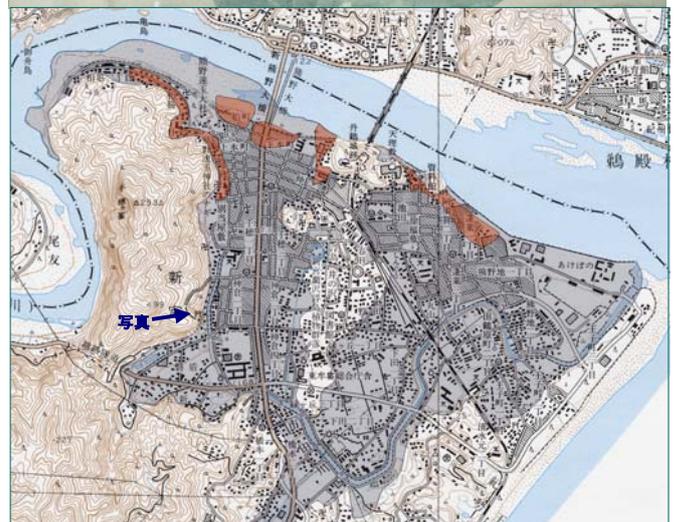
口絵 9 秋津川流域被災図（榎本全部作）
（明治大水害誌編集委員会，1989）



口絵 10 龍神村下柳瀬の災害状況図
（1/2.5万「西」図幅）



口絵 11 新宮川大水害記念図（新宮市）



口絵 12 絵図から見る新宮市街地の被害
状況推定図（1/2.5万「新宮」図幅）