

ハケ岳・千曲川の天然ダム決壊時（888）に発生した大洪水の再現

砂防フロンティア整備推進機構 井上公夫・坂口哲夫・渡部文人
アジア航測株式会社 服部聡子 立正大学大学院 町田尚久

1. はじめに

当機構では、平成 21～23 年度に、弘前大学・立正大学・専修大学などと共同して、「天然ダムによる大規模土砂災害事例調査」を行い、平成 21、22 年度の砂防学会などで調査結果を報告した。2011 年 3 月 11 日に「東北地方太平洋沖地震 (M9.0)」の巨大地震が発生し、激甚な津波被害に見舞われているが、大規模な土砂災害はあまり発生していないようである。しかしながら、宝永地震 (1707) 時には震源から遠く離れた地点でも、点々と大規模土砂災害が発生している。ハケ岳大月川岩屑なだれによる千曲川の天然ダムは、海溝性の巨大地震 (887 年 8 月 22 日、五畿七道地震, M8.0～8.5) 時に形成され、303 日後の 888 年 6 月 20 日に決壊した。ここでは平成 22 年度の自主研究の調査結果を紹介する。表 1 は、田畑ほか (2002)『天然ダムと災害』とそれ以降に判明した事例を集計したものである。日本全体で 61 災害 166 事例の天然ダムを整理し、分布図を作成した。

2. 検討対象地域

井上 (2010)、井上ほか (2010) は、天然ダムの天端標高を 1130m と推定し、これを元に現河床位との差から天然ダムの高さを 130m とし、湛水量は 5.8 億 m³ (日本最大) と推定している。しかし、河床縦断面から 130m 以上の可能性がある。検討範囲は、図 1 に示したように、天然ダム直下から湛水域上流の湛水域 15km と洪水氾濫域 (佐久盆地上流端まで) の 15km 区間とした。

3. 天然ダム決壊シミュレーションの実施

3.1 使用するモデル

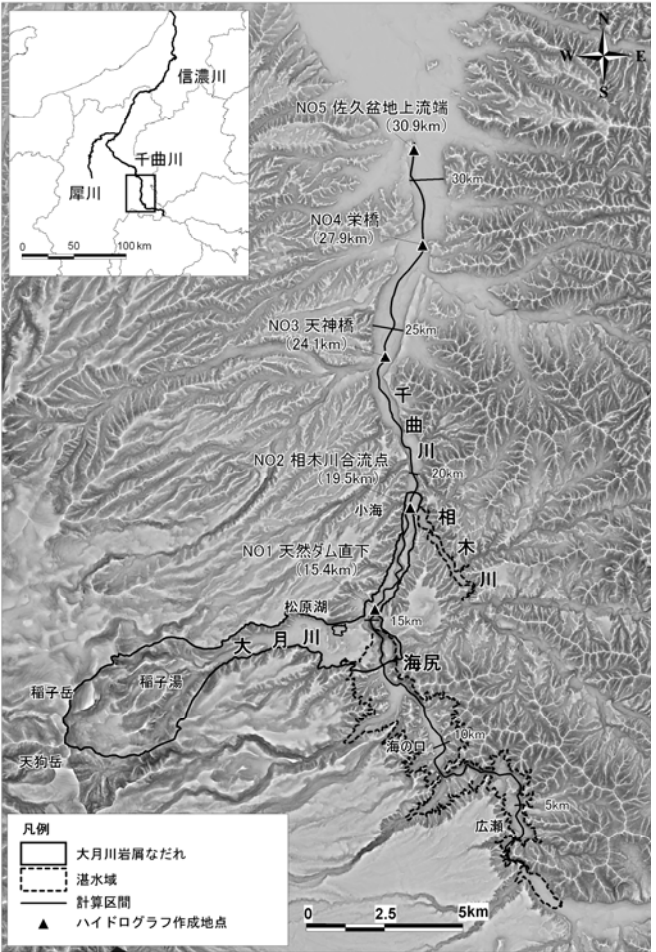
本検討では、里深ほか (2007a,b,c) が開発し、Mori et al. (2010) が中国四川大地震 (2008) 時の唐家川天然ダムなどに適用して良好な結果を得ている天然ダムの決壊シミュレーションモデル (LADOF モデル) を使用した。

3.2 計算条件

地形モデルは、10mDEM (国土地理院発行) を用いて作成した。天然ダムの形状は、形成過程を考慮し、表 2 の 3 ケースを想定した。ケース 3 の河床位は、天然ダム地点上下流の現河床勾配より、天然ダム決壊前の縦断形状を推定した (図 2)。天然ダムの湛水高は、130m および 180m に設定し、天然ダムの上下流の法勾配は、岩屑なだれの堆積範囲から推定した。また、天然ダムへの流入流量は 500m³/s とした。

表 1 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	1911.8.09	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・蔵野	■
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・帰雲山	○	38-1	1923.9.01	秦野市・養生湖	○
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	木曽川・大榑入山	○?	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・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	木曽川・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・竜崩れ	○	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・水鳥	○	61-1	2008.6.14	北上川・湯ノ倉温泉	○
30-1	1892.7.25	那賀川・高礪山	■				地震
31-1	1892.7.25	雄物川・善知島沢	○				豪雨
32-1	1900.12.03	富士川・大柳川・十谷	■				噴火



赤色立体地図は国土地理院 10mDEM を用いてアジア航測が作成した

図 1 検討対象地域

4. 計算結果および考察

ケース3について、天然ダムの縦断形状の変化を図3、決壊後のハイドログラフを図4に示す（ケース1、2の図は省略）。

4.1 天然ダムの縦断形状

天然ダム天端での最大侵食深は、ケース3は110mとなった。井上（2010）によると、決壊後も湛水高50m程度の天然ダムが残ったとされている。ケース1、2の計算後の天然ダム高さが80m以上であるのに対し、ケース3の計算後の天然ダムの湛水高は70mであり、井上（2010）が推定した湛水高に近い結果となった。

4.2 ピーク流量

天然ダム直下のピーク流量は、ケース1で $9,300\text{m}^3/\text{s}$ 、ケース2で $4,300\text{m}^3/\text{s}$ に対し、ケース3で $48,900\text{m}^3/\text{s}$ となった。天然ダム決壊時のピーク流量の簡易予測式であるCosta式（ダムファクター：湛水高 H ×貯水容量 V ）で算出すると、ケース1、2は6万 m^3/s 、ケース3は7万 m^3/s となる。

以上のシミュレーション結果より、ケース3の計算結果が既往研究成果との整合性が高く、天然ダムの高さは約180m、決壊時のピーク流量は $48,900\text{m}^3/\text{s}$ 程度であったと推定される。

5. まとめ

八ヶ岳大月川岩屑なだれにより千曲川に形成された天然ダムについて、LADOFモデルを用いて計算を3ケース行ったが、ケース3がより既往研究成果との整合が高い結果となった。井上（2010）によると、決壊した岩屑なだれ堆積物は、河道閉塞地点の下流の小海町八那池から馬流付近の河谷を埋積し、比高20～50mの河岸段丘を形成した。今回の計算では、小海付近の堆積深は3～16mと既往研究成果より小さい結果となった。

今後は、流下痕跡やピーク流量等を検証できるデータを収集し、より再現性の高い検証を行うことが望ましい。888年の洪水流の堆積物は「仁和の洪水砂」と呼ばれて、80km下流の善光寺平（犀川との合流点）まで確認されており、この区間でのシミュレーションも実施して行きたい。

表1に示したように、日本全体で61災害166事例の天然ダムの地形特性を整理しており、条件が整っている事例については、数値シミュレーションなどを実施して、氾濫実績と比較検証して行くつもりである。

（引用文献）

- 井上公夫（2010）：日本最大の天然ダム（887年）の形成と決壊洪水、一八ヶ岳大月川岩屑なだれによる天然ダムの決壊と303日後の仁和洪水一、測量、60巻2号、p.24-28。
井上公夫ほか（2010）：日本最大の天然ダム（千曲川・大月川岩屑なだれ）の事例調査、平成22年度砂防学会研究発表会概要集、p.272-273。

表2 古千曲湖の想定形状

計算ケース	形状	湛水高	法勾配
ケース1	三角形	130m	上流4度、下流10度
ケース2	三角形	130m	上流4度、下流3度
ケース3	台形	180m	上流10度、下流30度

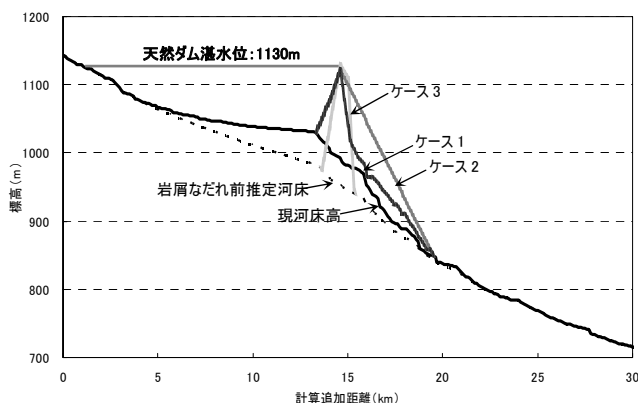


図2 計算に使用した地形モデル

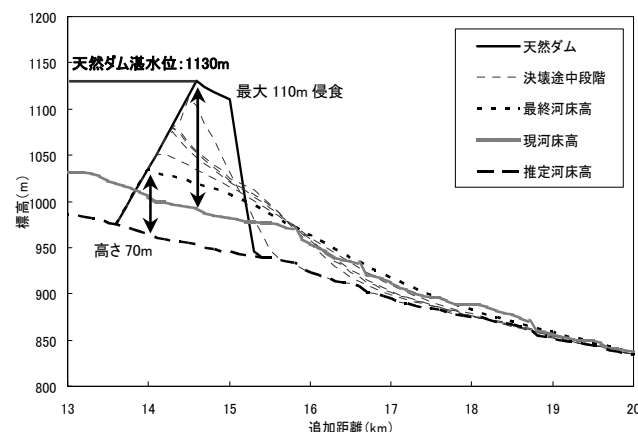


図3 天然ダムの縦断形状の変化(ケース3)

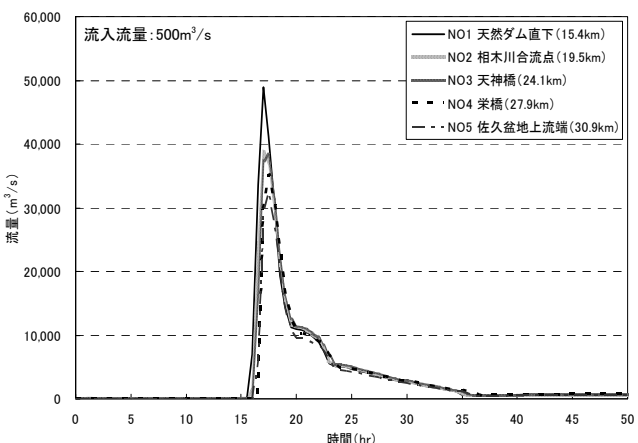


図4 決壊後のハイドログラフ(ケース3)

- Mori et al. (2010) : Method of estimation for flood discharges caused by overflow erosion of landslide dams and its application in as a countermeasure, Interpraevent 2010, p.293-302.
里深好文・吉野弘裕・水山高久・小川喜一郎・内川龍男・森俊勇（2007）：天然ダムの決壊に伴う洪水流出の予測手法に関する研究、水工学論集、51巻、p.901-906。