

研究ノート

梓川上流・トバタ崩れ（1757）に伴う天然ダムの形成と決壊対策

The Tobata landslide dam and outburst floods at the Azusa River in 1757

森 俊 勇^{*1}

Toshio MORI

井 上 公 夫^{*1}

Kimio INOUE

水 山 高 久^{*2}

Takahisa MIZUYAMA

植 野 利 康^{*3}

Toshiyasu UENO

Abstract

As many as 19 landslide dams have been formed in the northern region of Nagano prefecture, central Japan, in last 500 years except one case. Of this number, seven were formed when the Zenkoji Earthquake occurred in 1847. This abundance is likely because of the geotectonic background of this area which is located at the western end of the "Fossa Magna," or Japan's central graben belt.

The Tobata landslide occurred in the early morning of June 24, 1757 due to heavy rain. Blocking the Azusa River, which is upstream of the Shinano River, a landslide dam with a height of 130 m and a storage capacity of 85 million m³ was formed. Around 10 a.m. on the third day (54 hours later), this landslide dam burst and its water flooded the area up to the confluence with the Narai River. According to calculation using the Manning's formula, it is estimated that the flood water ran down the river in a concentrated path with a velocity of 12 m/s and a peak flow of 27,000 m³/s. When the dam burst, local people were quickly ordered to evacuate and no casualties were caused during this flood.

Key words : Azusa river, Tobata landslide, landslide dams, outburst flood

1. はじめに

長野県北信地域における天然ダムを調査してみると、図1に示すように、19事例（①を除くと、過去500年間の発生事例）とかなり多いことが判る（中村・他, 2000, 松本砂防事務所, 2003, 田畑・他, 2004, 井上, 2006, 2007）。

1847年の善光寺地震に伴う天然ダムが7事例あるが、それ以外に12事例も存在する。他の地域と比較するとかなり多発している地域である。フォッサマグナ西縁地帯であるという地質構造的背景があるためであろうか。

筆者らは、天然ダムの形成・決壊による大規模災害の対策を検討するため、過去の事例を調査している。宝暦七年（1757）に、信濃川水系梓川の左岸で発生したトバタ崩れについては、いくつかの文献（松本砂防事務所, 2003, 大塚・根本, 2003, 松本市安曇資料館, 2006）があるのみで、詳細な調査は実施されていない。このため、史料に基づき、旧版地形図と航空写真の判読、現地調査を行った。その結果、250年前のトバタ崩れによる天然ダムの形成と決壊後の伝達・警戒・避難状況がかなり判明したので報告する。

2. 北信地域の天然ダム事例

善光寺地震（1847）による岩倉山と1757年のトバタ崩れについては、天然ダム決壊後の洪水氾濫域を示した。善光寺地震については、内閣府中央防災会議・災害教訓

の継承に関する専門調査会の1847善光寺地震分科会（井上, 2007）で、詳しい調査が実施され、2007年3月に報告書原稿が完成している。

善光寺地震（1847年5月8日22時）によって、犀川（信濃川上流）を河道閉塞した事例⑥の岩倉山の天然ダムは、高さ65m、湛水量3.5億m³にも達し、日本で最大の湛水量となった。この天然ダムは徐々に水位が上昇し、16日後（ 1.38×10^6 秒後）に満水となったので、平均流入量は254 m³/sと見積もられる。地すべり土塊は2000万m³と極めて多かったため、犀川は長さ1000mもの区間で河道閉塞された。満水後、徐々に溢水し始めたが、閉塞区間が長いので、閉塞土砂を侵食するのに3日間を要した。そして、19日後の5月27日16時（ 1.62×10^6 秒後）に決壊して、下流の長野市（善光寺平）などに多大の被害を与えた。

図1には、『松代封内測量図』（8図葉、I～Ⅷで示す）、『善光寺地震池田組大絵図』（破線で表示）の範囲を示した。『松代封内測量図』は縮尺1/6000の非常に大きな絵図で、信濃教育会館に保管されている。また、京都大学博物館にも存在することが判明したため、写真撮影させて頂いた。これらの絵図は、善光寺地震による土砂移動と天然ダムの状況が詳細に描かれており、「地震による土砂災害の教訓を継承し、現在に活かす」実行委員会が2007年9月6日に主催する同名のシンポジウム（善光寺地震から160年）でパネル展示された。

*1 正会員 財団法人砂防フロンティア整備推進機構 Member, Sabo Frontier Foundation, Tokyo, Japan (k-i_sanyo@sff.or.jp) *2 正会員

京都大学大学院農学研究科森林科学専攻 Member, Department of Forestry, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kyoto, Japan

*3 正会員 国土交通省北陸地方整備局松本砂防事務所 Member, Matsumoto Sabo Office, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Nagano, Japan

Fig.1 Distribution of landslide dams in the northern region of Nagano Prefecture, central Japan

図1の事例①の青木湖(水深68m, 湛水量2000万 m^3)は、航空写真や現地調査により、3万年前頃、西側山地で大規模な地すべり性大崩壊が発生し、流出土砂が東側の河谷を閉塞して形成されたと判断している(山下・他, 1985, 多・他, 2000)。姫川の源流部の湧水と青

本湖の水質は近似しており、青木湖の湖底と姫川の源流部の標高もほぼ同じである（島野・永井，1993）。

②以降の事例では、誘因は地震と豪雨が半々で、1915年の大正池のように焼岳の噴火に伴う土石流が原因となっている場合もある。他の事例についても、詳細な調査

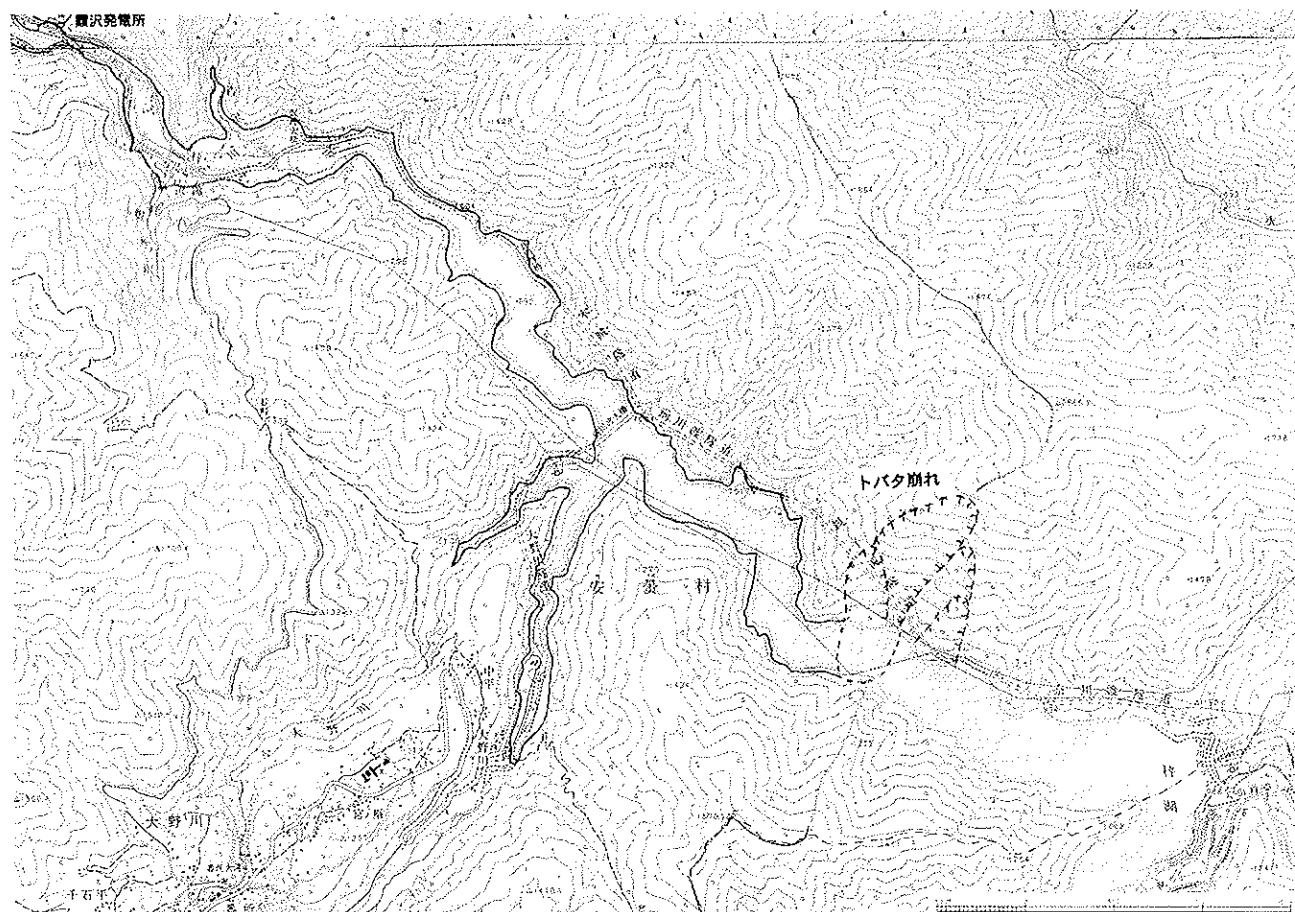
を続けている。

3. トバタ崩れの概要

梓川では、東京電力株式会社が奈川渡・水殿・稲核の3ダムを1969年に完成させ、発電している。奈川渡ダ



写真一 梓湖湛水前のトバタ崩れ付近の航空写真（山-535，C 25-11，12，13，1968年9月20日撮影）
Photo 1 Tobata Landslide before impounding of Lake Azusa (photographed on Sept. 20, 1968)



図一 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）
Fig. 2 Location of the Nagawado Dam, Tobata Landslide, the landslide dam at upstream section of the Azusa River

ムは高さ 155 m のアーチ式ダムで、背後に総貯水容量 1.23 億 m^3 の梓湖が存在する。このため、斜面下部はダム湛水により、現在はほとんど確認することができない。湛水以前の斜面状況を把握するため、林野庁の山-100（1958 年 10 月 17 日撮影）、山-535（1968 年 9 月 20 日撮影、写真 1）や旧版地形図（1/5 万、1912 年測図）を入手した。また、松本砂防事務所の航空写真（1999 年 10 月 25 日撮影）などをもとに航空写真の比較判読を実施した。写真 1 に示した山-535 の航空写真は、ダム完成直前の写真であり、ダム建設工事と付け替え国道（158 号）の建設状況や地形状況が良く判る。

1757 年 6 月 24 日（宝暦七年五月八日）、梅雨期の豪雨時に大崩壊が発生した。大量の崩壊土砂は梓川を河道閉塞し、大規模な天然ダムが形成された。当地区は、奈川渡ダムの上流 2 km の国道 158 号の親子滝トンネルの上部に位置する。筆者らは、この大規模崩壊をこの地区の地名「トバタ」から、トバタ崩れと名付けた。トバタは梓川左岸の中腹に緩斜面を有する地区であり、大規模な地すべり性崩壊の痕跡地形であることが判る。

梓湖付近は、硬質な堆積岩類（チャート・砂岩・頁岩）からなるが、現在までに様々な圧力を受けて、複雑に褶曲し、断層が多く走っている（大塚・木船、2003、目代、2006、07）。梓川溪谷の地層の走向は北東-南西方向で、トバタ付近では梓川の流下方向と直交している。

写真 2 は、奈川右岸の入山地区からトバタ崩れの全景を撮影したものである。図 2 には、写真 1 から判読したトバタ崩れの崩壊ブロックを示した。現地調査の結果によれば、標高 1020 m 付近にかなり明瞭な地形変換線が存在する。

ダム湛水前の航空写真（1958、68）によれば、トバタの緩斜面の下部は崩壊の激しい急斜面となっており、梓湖完成前の国道 158 号は梓川の右岸側を通っていた。奈川渡ダム建設時に国道 158 号は、左岸側の中腹にルート選定され、トバタ崩れ付近に親子滝トンネルが建設された。

親子滝トンネルの坑口付近から東京電力の送電線の巡視路を通って、トバタ崩れの斜面中腹部を踏査した。トバタの緩斜面には大転石が多く散在し、灌木林となっているものの、250 年しか経過していないため、森林土壌はほとんど存在しない。恐らく、緩斜面全体が 1757 年に発生した巨大な移動岩塊であると判断される。斜面下部の崩壊は現在でも継続しており、梓湖の湖岸線付近を通過していた送電線巡視路は表層崩壊に巻き込まれて崩れ落ち、通行不能となっている。現在の巡視路は、中腹ルートに変更されている。

このため、筆者らは地形状況と緩斜面先端の標高から、標高 1020 m まで湛水したと判断した。トバタ崩れの規模は、幅（W）400 m、長さ（L）900 m、最大崩壊深（D）50 m で、崩壊土量は $1/2 \cdot W \cdot L \cdot D$ で求めると、900 万 m^3 程度となる。大部分の崩壊土砂は梓川の河谷に流

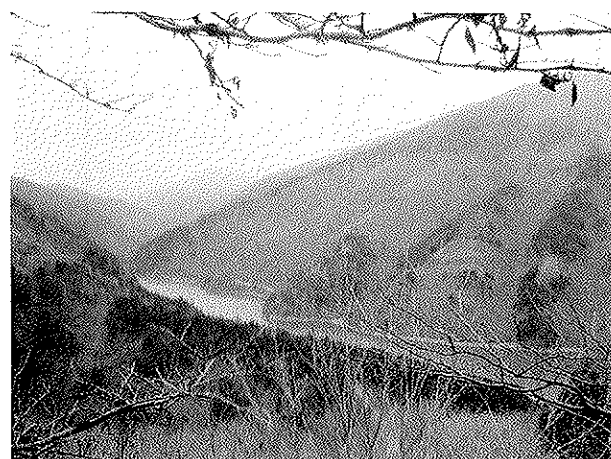


写真-2 入山地区から見たトバタ崩れ（2006 年 11 月撮影）
Photo 2 Tobata landslide seen from the Nyuyama area
(photographed in Nov. 2006)

入し、河道を閉塞したのであろう。図 2 には、奈川渡ダムの貯水池とトバタ崩れの湛水面標高を 1020 m と推定した場合の湛水範囲を示した。

ダム工事着手前の旧版地形図や航空写真の簡易測量等をもとに、現在の 1/2.5 万地形図と組み合わせて、梓川の河床縦断面図（図 3）や奈良井川合流点付近までの洪水氾濫図を作成した。

図 3 によれば、トバタ山付近の谷底の標高は 890 m 程度であるので、奈川渡ダムとほぼ同じ高さ（H）130 m の天然ダムが形成されたと判断した。湛水面標高 1020 m の等高線の範囲から湛水面積（S）を求めると 196 万 m^2 となる。湛水量は $1/3 \cdot H \cdot S$ で求めると、8500 万 m^3 となる。

大塚・根本（2003）はトバタ崩れの崩壊範囲を三角柱で近似し、崩壊土量 150 万 m^3 、湛水標高 980 m、湛水高さ 75 m、湛水量 640 万 m^3 と推定している。現時点では、斜面下部が梓湖の湛水地域であるため、現地調査は困難であるが、崩壊の規模の推定根拠をさらに検討して行きたい。

4. 天然ダム決壊後の洪水対策と被害

『梓川大満水記』（松本市島内小宮・高山元衛文書）の現代語訳（松本市安曇資料館、2006）から抄約すると、「宝暦七年（1757）四月下旬から霖雨がうち続き、五月八日（新暦 6 月 24 日）夜明けに大野川村鳥羽田（トバタ）で山崩れがあり、梓川をせき止めた。3 日間流れは止まり、溜まった水は上流 2 里（8 km）余とも見えた。下流の住民は家財をまとめて山へ引き上げ、小屋掛けして仮り住まいし、満水（洪水）を今や遅しと待ち受けた。トバタの築地（天然ダム）の破れることは時間の問題なので、破水を見届けたらただちに鉄砲をならして、奥から里まで合図をすることに決め、要所に鉄砲を持った者を配置し、かたときも油断なく見守っていた。そうした中、十日巳ノ上刻（10 時頃）に築地が一時に破れ、走

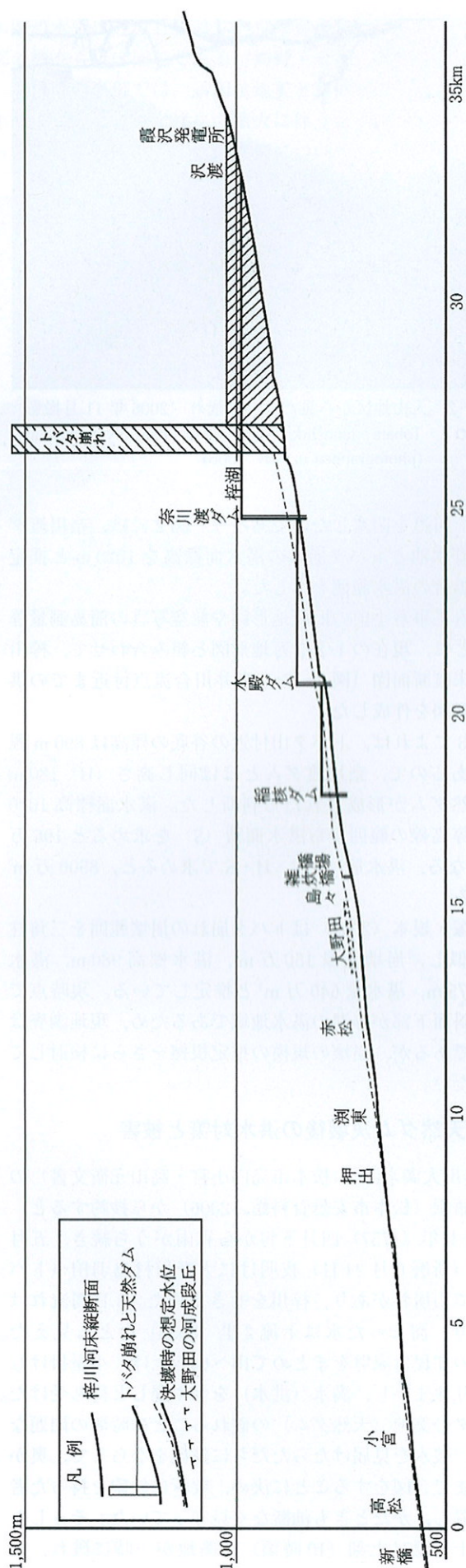


図-3 梓川流域の河床縦断面図とトバタ崩れ・天然ダム、発電ダム・貯水池の位置関係
Fig.3 Longitudinal section of the Azusa River and Location of Tobata Landslide, Hydropower dam, reservoir

る大水は矢のごとくであった。たちまち、奥から合図の鉄砲が次々にうち鳴らされ、即時に里まで破水を知らせた。満水の出ばなは、橋場（島々谷川合流点直上流）より2, 3丁（2-300 m）上流で流木ともみ合い、しばらく止まったが、たちまち押し破れて、流れる水は山の如くであった。このとき、橋場の御番所と人家が危うく見え、老若男女、手を引いて山へ登った。名橋・雑師橋（雑司橋、現在の雑炊橋）も即時に流出し、竜宮宮も流失した。黒川の3丁（300 m）川上にある橋もたちまちに落ちた。それから島々村へ押し下し、民家5, 6軒が流れ、島々谷川の橋も上流へ押し流された。大野田村（河成段丘の上）は別条なかった。」と、250年前の現象であるが、下流住民に対する情報伝達・警戒・避難対策などが詳細に記されている。

決壊までの時間が2日6時間（54時間、 1.94×10^5 秒）程度であるので、天然ダムへの平均流入量は $438 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。大塚・根本（2003）は1989～2002年までの6月の平均日流入量の最大値から2日分の平均流入量を $98.8 \text{ m}^3/\text{s}$ と推定している。筆者らは古文書の記載などから、トバタ崩れは梅雨期の稀にみる豪雨時に発生したと考えているので、流入量はもっと大きいと判断した。

松本平に出ると、洪水段波は梓川に沿って広範囲に氾濫し、各地の人家を押し流し、残りの家々も砂が入り大破・流出も同然であった。「田畑は浸水箇所がおびただしく、立毛（生育中の作物）が残らず流出し、河原となって田地に戻せない地区もあった。下流の小宮・高松には3つの神社があるが、大きな流木や雑師橋を構築した材木も流れてきた。木曾川（奈良井川）の新橋では一時に松本方向に逃げる者もあった。御家中、町々の老若男女は放光寺山（城山）へ満水見物に集まり、雲霞の如くであった。一ノ谷の合戦はこのようなものであったと、諸人のあいだで評判であった。大水は奈良井川と一緒に、水の勢いはいよいよ強くなり、熊倉橋も即時に

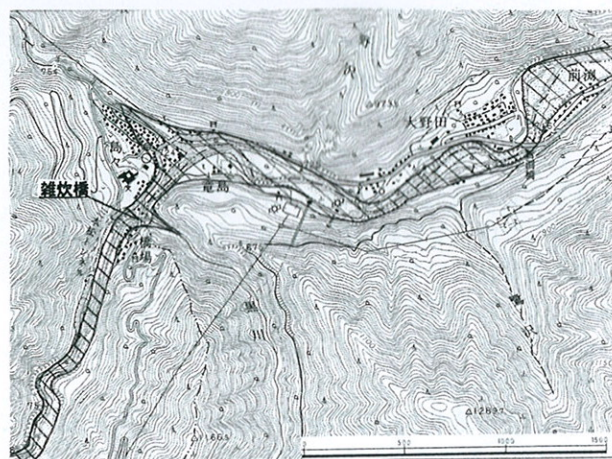


図-4 天然ダムより12 km下流付近の決壊洪水の推定
(1/2.5万地形図「波田」, 2001年修正測量)

Fig.4 Estimated range of outburst flood, at 12 km downstream of the landslide dam

流出した。前代未聞の大水であったが、水辺では死者は一人もなかった。にわかのことではなかったので、諸人の用心が堅固であったためである。」

5. 天然ダム決壊による洪水のピーク流量の推定

図4に示したように、島々谷川との合流点では、梓川本川の雑司橋（現・雑炊橋）や黒川・島々谷川に架かっていた橋は流された。

安曇村誌編纂委員会（1997）によれば、雑司橋は梓川の島々と対岸の橋場を結ぶ江戸時代より前から架けられていた橋である。この橋の創架の年代は不明であるが、天正十年（1582）の『岩岡家記』に「ぞうし橋」と書かれている。

この付近は両岸に岩壁がそそり立つ峡谷のため、橋脚が立てられず、両岸から刳木を突き出して結ぶ刳橋（ハネバシ）であったという。長さは19間（34.2m）、水面までの高さは8間（14.4m）で、江戸時代中期以降12年に一度、寅年に架け替えられていた。この橋は松本と飛騨を結ぶ野麦街道（飛騨街道）の要衝にあたり、橋場には番所が設けられていた。この橋の創建にまつわり、島々と橋場に分かれて住む恋仲のお節と清兵衛が架橋の誓願を立てて橋を架けたという伝説がある。

「大野田村は別状なかった」（梓川大満水記）と記されていることから、大野田村の位置する河成段丘は被災していないと判断した。このため、図4に示したような天然ダム決壊洪水の氾濫範囲を想定した。現地調査と1/5000の地形図などから、洪水の高さは水深20m程度であると判断した。

マンニングの公式によって、天然ダム決壊によるピーク流量を求めると、

$$\begin{aligned}\text{流速：} V &= 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\ &= 1/0.05 \times (10.5)^{2/3} \times (0.016)^{1/2} \\ &= 12.1 \text{ m/s}\end{aligned}$$

$$\text{流量：} Q = A \times V = 2200 \times 12.1 = 26600 \text{ m}^3/\text{s}$$

*1 流下断面（A）、潤辺（L）、径深（ $R=A/L$ ）、勾配（I）は1/2.5万地形図から求めた

*2 粗度係数は、自然河道で洪水流が巨大な岩塊や流木を含んでいるため、 $n=0.05$ と仮定した。

つまり、2.7万 m^3/s の洪水段波となって流下したと考えられる。

今後は、シミュレーション計算などを行って、詳細な流下・氾濫状況を推定して行きたい。なお、本研究ノー

トは平成19年度砂防学会研究発表会で口頭発表した。

引用・参考文献

- 安曇村誌編纂委員会編（1997）：安曇村誌，第二巻，歴史，上，安曇村，724 p.
- 安曇村誌編纂委員会編（1998）：安曇村誌，第三巻，歴史，下，安曇村，849 p.
- 安曇村誌編纂委員会編（1998）：安曇村誌，第四巻，民俗，安曇村，863 p.
- 安部和時・真鍋征夫・岩井清志・宮下寛彦（1997）：長野県鬼無里村で発生した山地崩壊現地調査報告（速報），砂防学会誌，50巻2号，p.78-81
- 井上公夫（2006）：建設技術者のための土砂災害の地形判読実例問題 中・上級編，古今書院，142 p.
- 井上公夫・向山栄（2007）：建設技術者のための地形判読演習帳 初・中級編，古今書院，82 p.
- 井上公夫（2007）：第1章4節 天然ダムの形成と決壊洪水，中央防災会議・災害教訓の継承に関する専門調査会，1847 善光寺地震報告書，225 p.
- 大塚勉・木船清（1999）：安曇村地質図，安曇村教育委員会
- 大塚勉・根本淳（2003）：長野県安曇村梓川流域において一七五七年に生じた「トバタ」の崩壊と天然ダム，信州大学環境科学論集，25号，p.81-89
- 多里英・公文富士夫・小林舞子・酒井潤一（2000）：長野県北西部，青木湖の成因と周辺の最上部第四紀層，第四紀研究，39巻1号，p.1-13
- 岸川たかあき・絵・浜野安則・文写真（2004）：雑炊橋，安曇野の昔話⑦，湯浅範人・細田明子編集，22 p.
- 国土交通省北陸地方整備局松本砂防事務所（2003）：松本砂防管内とその周辺の土砂災害，49 p.
- 島野安雄・永井茂（1993）：日本水紀行，（4）甲信越地域の名水，地質ニュース，466号，p.42-52
- 善光寺地震災害研究グループ（1994）：善光寺地震と山崩れ，長野県地質ボーリング協会，130 p.
- 田畑茂清・水山高久・井上公夫（2002）：天然ダムと災害，古今書院，207 p.
- 網木亮介・南哲行・藤本清（1997）：長野県鬼無里村裾花川支流濁川地すべり及び天然ダム現地調査報告（速報），砂防学会誌，50巻2号，p.74-77
- 中村浩之・土屋智・井上公夫・石川芳治編（2000）：地震砂防，古今書院，190 p.
- 目代邦康（2006）：トバタの災害の地形・地質学的背景，松本市安曇資料館「トバタの山崩れと大水，江戸時代の天然ダムによる災害」，p.5-16
- 目代邦康（2007）：梓川上流トバタの山崩れの地質と地形，日本地球惑星科学連合1007年大会，Y162-0001.
- 山下昇・小坂共栄・矢野賢治（1985）：長野県青木湖北岸の佐野坂山の崩壊堆積物，信州大学理学部紀要，20巻5号，p.199-210
- 松本市安曇資料館編（2006）：梓川大満水記（松本市島内小宮・高山元衛文書），「トバタの山崩れと大水，江戸時代の天然ダムによる災害」，p.54-58

(Received 14 February 2007 ; Accepted 5 June 2007)