

# 長野県安曇村梓川流域において1757年に生じた 「トバタ」の崩壊と天然ダム

大塚 勉・根本 淳

信州大学理学部地質科学教室

The landslide and landslide dam at Tobata(1757) along the Azusa-gawa River,  
Azumi Village, Nagano Prefecture, central Japan.

Tsutomu OTSUKA & Jun NEMOTO

Department of Geology, Faculty of Science, Shinshu University  
390-8621, Matsumoto, Japan

*Key words:* 崩壊, 天然ダム, 梓川断層, 活断層, 梓川, 洪水, 美濃帯, メランジュ, ジュラ紀  
*landslide, landslide dam, Azusagawa Fault, active fault, Azusa River, flood,*  
*Mino Terrane, melange, Jurassic*

## はじめに

長野県安曇村から松本盆地に向けて流れる梓川の流域には、大小様々な規模の崩壊地が存在している。それらのうちいくつかは有史以来新たに形成されたものであり、ときに人的犠牲を伴うものであったと記録されている。古来より松本盆地と飛騨地域を結ぶ重要な道路であった飛騨街道や野麦街道では、現在に至るまでこれらの崩壊地が障害となり、多くの被害を出してきた。この崩壊地は交通の障害となっており、度重なる崩落によって多数の犠牲者を出してきているという。この研究で扱う1757年の「トバタ」の崩壊は、梓川に天然のダムを形成し、その決壊に伴う洪水によって下流の村々が押し流されたという(横山, 1966)。1945年には、安曇村大野田一島々間で土砂崩壊があり、6名の人命が失われている。近年では、1991年、安曇村島々の「猿なぎ」の崩壊によって、国道158号が長期間にわたり不通となった(渡辺ほか, 1992)。

この研究では、長野県南安曇郡安曇村奈川渡付近(第1図)において生じた、上記の「トバタ」の崩壊の要因と、それに伴って形成された天然ダムの規模を明らかにすることを目的とする。

## トバタの崩壊

1757年に起きたとされる「トバタ」の崩壊は、横山(1966)によれば、1757年(宝暦7年)旧暦5月8日、降り続く長雨の中、とばたの山肌が、幅約200m

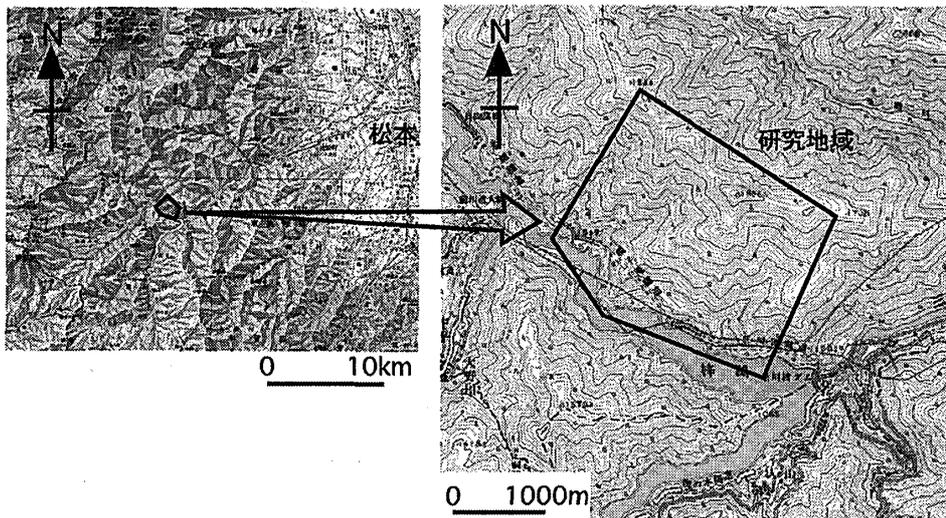
にわたって突然谷底に崩落した。この崩落によって生じた多量の土砂が梓川を堰き止め、天然のダムが形成された。2日後に、このダムは決壊し、一挙に流れ出した水が下流の村々を押し流した。ダムが決壊するまでに2日間を要したため、人々は避難することができたが、その威力はすさまじく、洪水は、現在の松本市西部にまで及んだという。

「トバタ」というのは地名で、奈川渡と前川渡の中間の地域をさす。雨は四月の下旬から降り続いてきたとされる。この年の旧暦5月8日は、新暦の6月24日にあたり、すでに梅雨期に入っていたものと考えられる。

## 地形

研究地域は、長野県松本市西方約30kmの地点に位置し、梓川と奈川が合流する地点の梓川左岸地域である(第1図)。行政区分では長野県南安曇郡安曇村に属する。両河川の合流地点には奈川渡ダムが存在し、梓川の上流側約5kmにわたってダム湖が形成されている。梓川は、研究地域において南東へ流れており、奈川渡で奈川と合流した後、北東へと流れの向きを変える。

研究地域は梓川による浸食を受けV字谷をなし、その大部分は急傾斜地によって占められる。国道158号の親子滝隧道付近では、段丘堆積物あるいは崩落性の堆積物が作ると考えられる、小規模な平坦面が存在する。研究地域の海拔高度は、約1,000mから1,800mにわたる。梓川流域には多くの崩壊地が存在する。研究地域にも、幅250mに及ぶ比較的大規模な崩壊地が



第1図 研究地域位置図

存在する。

### リニアメント

研究地域に存在する断層の位置を推定するために、リニアメントの判読をおこなった。リニアメントの判読には、1947～48年頃に米軍によって撮影され、地理調査所（現在の国土地理院）によって公開された4万分の1空中写真「今井」、および1988年に日本林業技術協会によって撮影され、国土地理院によって公開された約1万5千分の1空中写真「ノリクラダケ」を使用した。米軍の撮影による空中写真「今井」からは、奈川渡ダム建設前の地形情報を得ることができる。

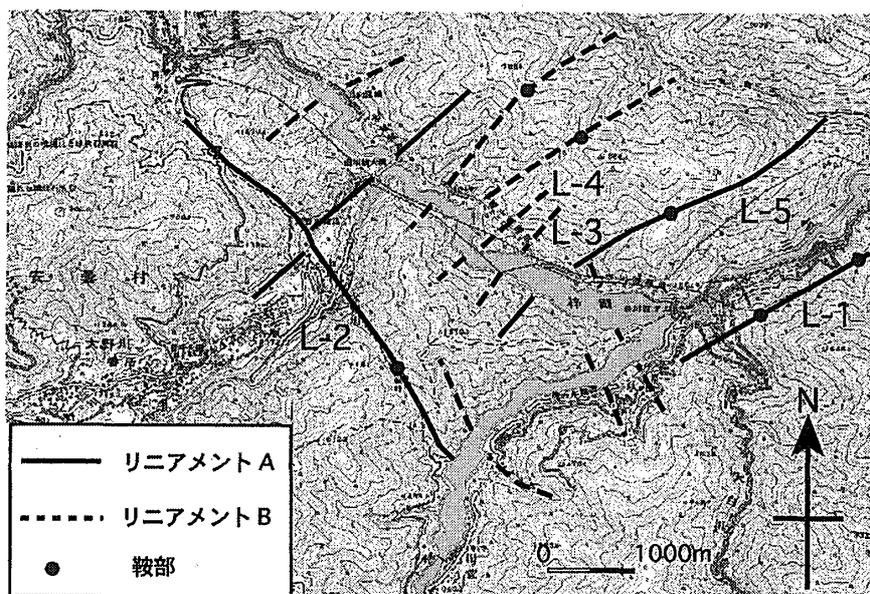
研究地域およびその周辺においては、梓川兩岸に北

東—南西方向のリニアメント（L-1、L-3,4,5）、右岸には北西—南東方向のリニアメントL-2が確認される（第2図）。L-1は大塚ほか（2002）によって記載された梓川断層によるものである。L-2は境峠断層の本線である。また「トバタ」の崩壊地は、大塚らのL-4とL-5に挟まれている。

なお、リニアメントの判読基準には、活断層研究会（1991）などによる分類があるが、この研究では活断層の活動度や確実度を判定する事を目的としないため、以下のような独自の判定基準を用いた。

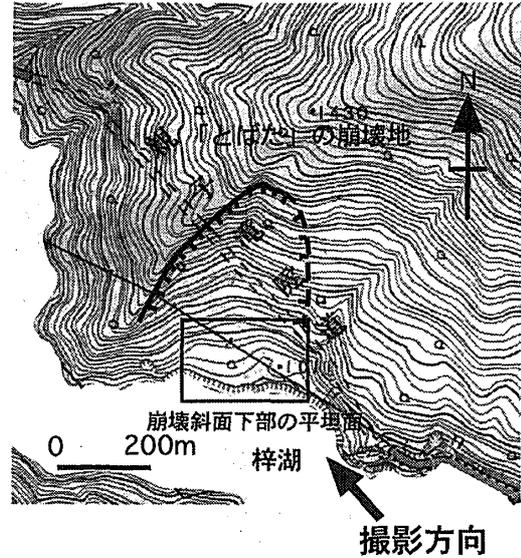
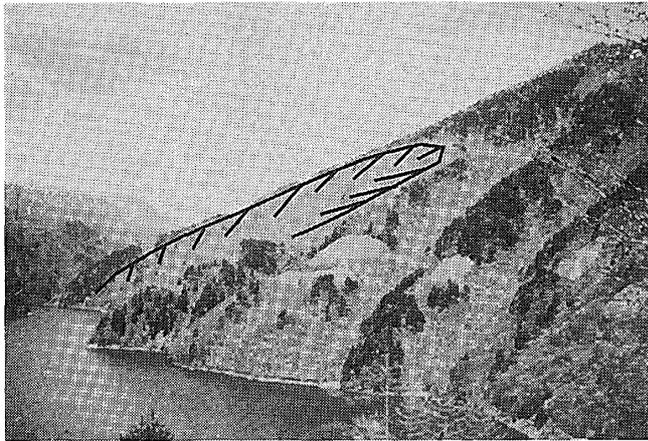
lineamentA：鞍部や直線谷が連続し明瞭なもの

lineamentB：Aより連続に乏しく不明瞭なもの



第2図 研究地域および周辺地域のリニアメント

リニアメントAは鞍部や直線谷が連続し明瞭なもの  
リニアメントBはAより連続が悪く不明瞭なもの



第3図 「トバタ」の崩壊地

写真は入山からみた「トバタ」の崩壊地。TTTTは滑落崖を示す。

#### 崩壊地の地形

奈川渡から前川渡にかけての梓川流域の地形を、空中写真を用いて立体視すると、国道158号の親子滝隧道付近に、幅200~250mほどの古い崩壊地形を確認することができる(第3図)。現在は、かつての川床より約100mの高さまでは、奈川渡ダムの湛水によって水没している。米軍によって撮影された空中写真「今井」にはダムの建設以前の地形が写されているが、解像度に問題があり、「トバタ」付近の川底の詳しい地形をよみとることは不可能である。親子滝隧道のほぼ中央部直上を通り、北東に延びる尾根の南東側斜面が、北西側にくらべて凹状をなし、崩壊地の西縁をなす尾根付近に滑落崖が認められる(第3図)。崩壊地の東側の滑落崖は明瞭ではない。現在では崩壊斜面はほぼ植生に覆われ、岩盤の露出は、幅50m以下の崩壊地や、斜面に点在する小露頭に限られる。

一般に斜面は急峻だが、崩壊斜面下部には緩斜面が確認される(第3図)。緩斜面には、角礫状の転石が多数確認される。転石の規模は、最大では長径5m以上に達する。その大きさと形状から転石は斜面上部から落下してきたものと推定され、この緩斜面は崩壊によって堆積した岩塊によって作られているものと考えられる。湖面付近の斜面には、コンクリートによる護岸工事が施されている。これは崖錘性の軟弱な堆積物が、ダム湖に崩落することを防ぐ対策工事である。しかしその一部は、工事後の崩壊によって、すでに破壊されている。

#### 梓川流域の地質

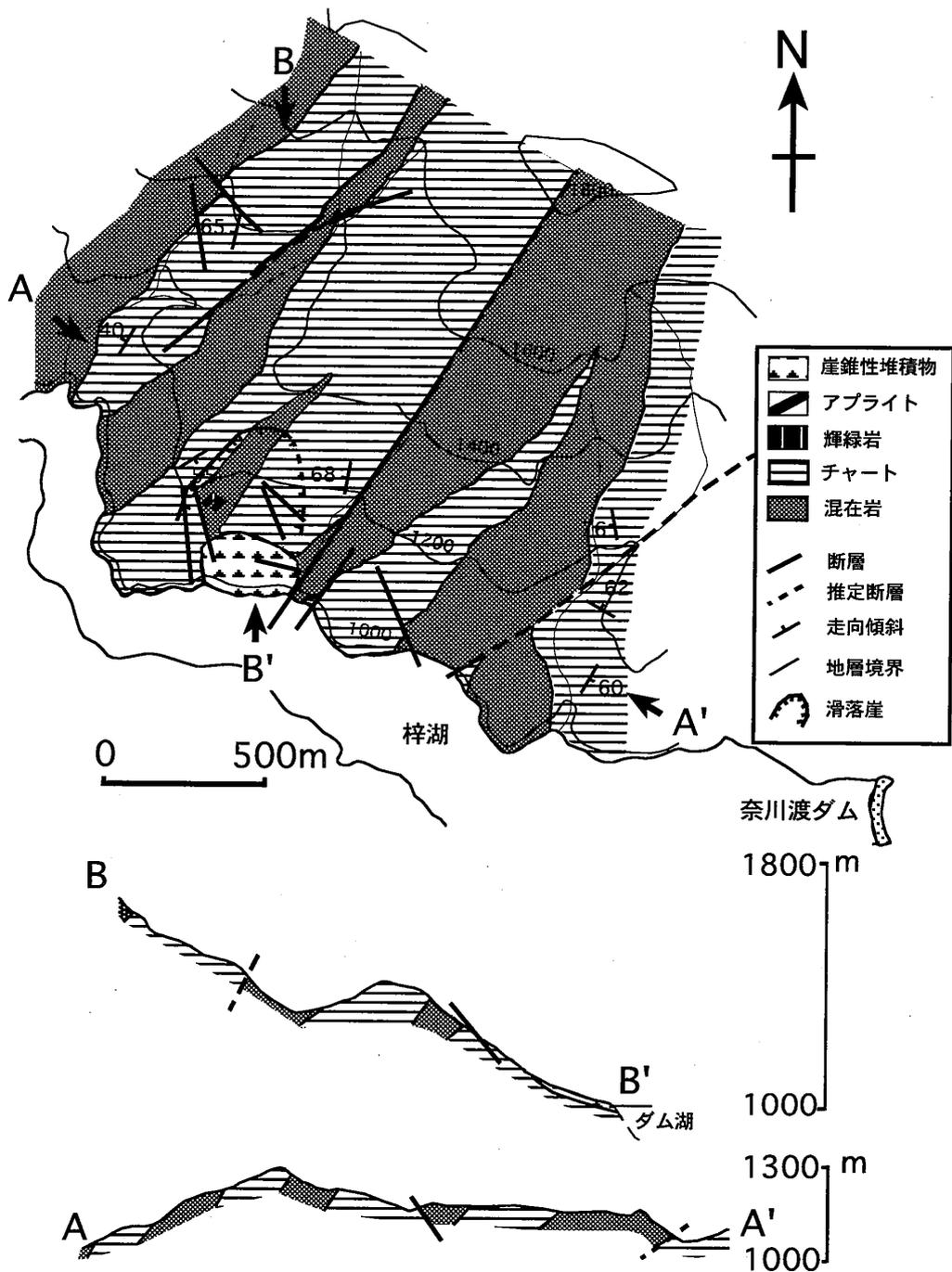
##### 美濃帯中生界および貫入岩類

美濃帯の東縁部にあたる研究地域には、ジュラ紀付加体の島々コンプレックス(Otsuka, 1988)が露出している。島々コンプレックスは、混在岩とチャートおよび砂岩のブロックやクラストを主体とするメランジュである。混在岩に含まれるチャートや砂岩などのクラストは、延性的な変形を受け、レンズ状をなすことが多い。チャートのブロックは、厚さ100m以上の大規模な板状の岩体として存在する。チャートの層理面は一般に北東—南西方向の走向を示し、北西に傾斜する。混在岩中に発達する劈開面の姿勢もほぼ同様である。国道158号の親子滝隧道付近には、島々コンプレックスに貫入した、アブライトや輝緑岩などの小規模な火成岩体が存在する(第4図)。

##### 断層

安曇村には、焼岳付近から奈川村と木祖村の境界の境峠を経て、伊那盆地にいたる、延長60kmに及ぶ境峠断層と、波田町赤松付近から安曇村島々南方を経て、奈川渡ダムの南方で境峠に切られる梓川断層が存在する(大塚, 1998など)。仁科ほか(1985)によれば、境峠断層は、確実度I、活動度A~Bの左横ずれ活断層である。梓川断層は、仁科らによると、確実度II、活動度Bの右横ずれ活断層である。安曇村東部における梓川断層のトレースと、岩相分布や地質構造は、大塚ほか(2002)によって明らかにされている。

研究地域には北東—南西方向の断層が数本見出され、幅数10cm~数m程度の破碎帯が見出される。またそ



第4図 岩相分布図および断面図

れに斜行する北西—南東方向の小断層が存在する。

断層露頭

研究地域には、幅10cm未満から幅1m以上の、おもに未固結の破砕帯を伴う断層露頭が確認される。「トバタ」の崩壊地およびその周辺地域では、幅30cm以上の破砕帯を伴う断層、F-1~7が見いだされた(第5図)。各断層の性質は以下のとおりである。

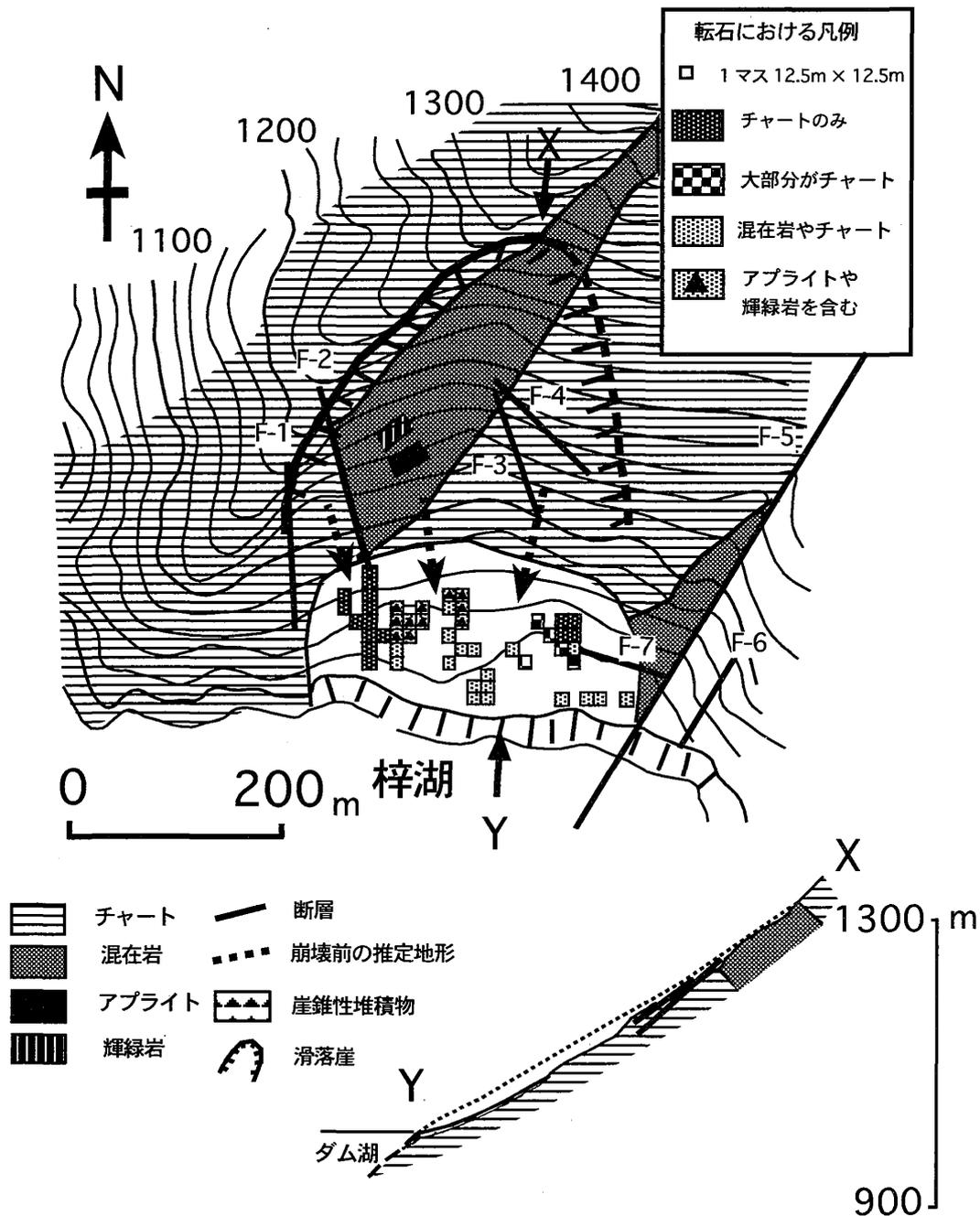
F-1: チャート中の断層で、幅20~30cm程の固結

した破砕帯に1cm程の粘土を挟む。断層面の走向、傾斜はN3° W、60° SW。

F-2: 幅50cm程度の未固結破砕帯を伴うチャート中の断層で、断層面の走向、傾斜はN13° W、垂直。

F-3: 幅40~50cmの未固結破砕帯を伴う混在岩中の断層で、2~3cmの粘土を挟む。断層面の走向、傾斜はN17° W、58° SW。

F-4: 幅40~50cmの未固結破砕帯を伴う混在岩中



第5図 崩壊地形・断面図と転石

の断層で、2~3cmの粘土を挟む。断層面の走向、傾斜はN43° W、52° SW。

F-5: 崩壊地の中に見られる断層である。足場が悪く、近付くことが困難だが、断層面の走向、傾斜はおおよそN34° E、52° SEで、幅約1mの破碎帯を伴う。

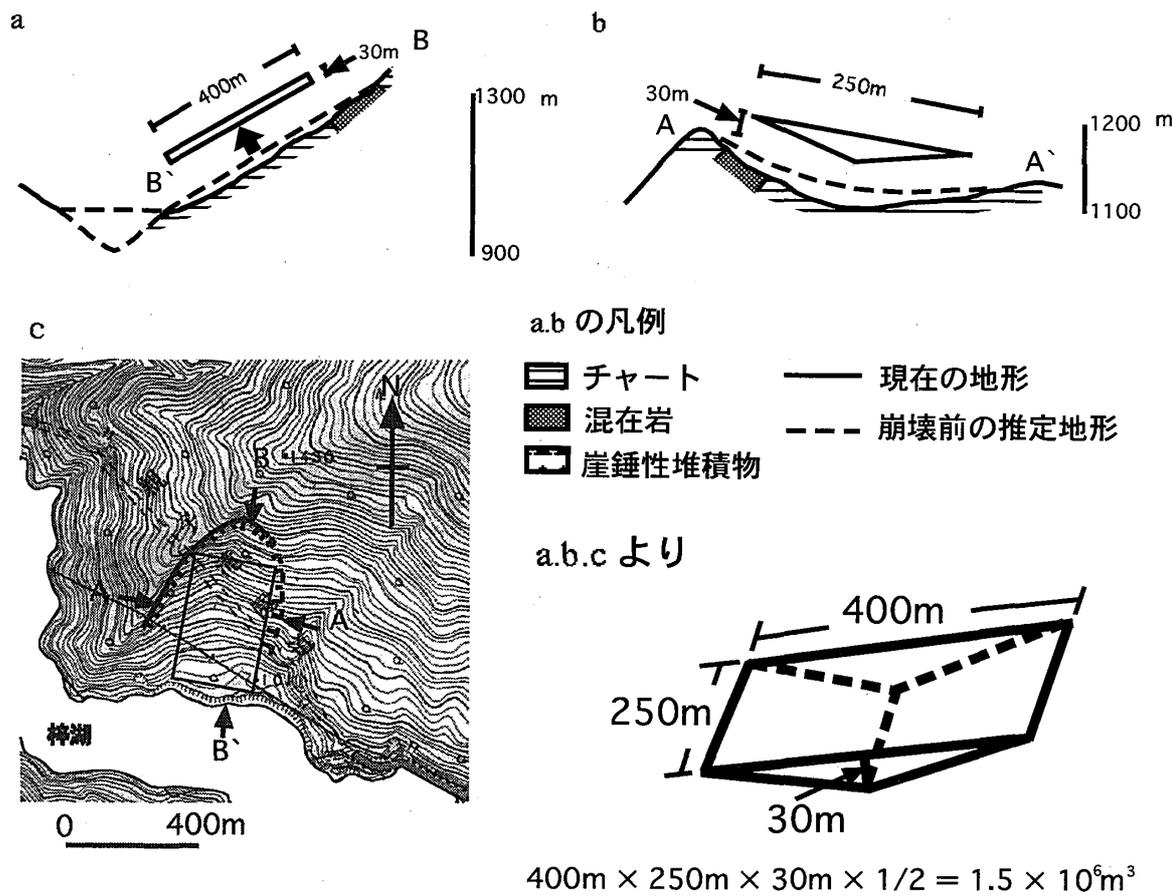
F-6: 幅5~6m程の谷の側面に2~3cmの粘土を伴うチャート中の断層である。谷全体が破碎されているため、幅5~6mにおよぶ破碎帯を持つ断層とみなされる。断層面の走向、傾斜はN33° E、60° SE。

F-7: 崩壊地の中に見られる混在岩中の断層で、幅

60cmほどの破碎帯と3cmの粘土を伴う。断層面の走向、傾斜はおおよそN73° W、50° S。

#### 緩斜面上の転石

「トバタ」の崩壊斜面下部の緩斜面には、角礫状の転石が多数確認される。これらの転石が、斜面上部からの崩落によるものであることを確認するために、その種類と分布の調査を行い、斜面に露出する岩石との比較を行った(第5図)。岩石の比較のために、緩斜面に存在する長径30cm以上の転石の分布状況を調査した。12.5m四方のグリッドごとに、分布する転石を構成する岩石を明らかにし、崩壊斜面上部に分布する



第6図 崩壊土砂量の見積もり

岩石と比較した。その結果、緩斜面上の転石を構成する岩石の種類と、崩壊斜面上部に露出する岩石の種類との間には、かなり明瞭な相関関係が認められ、転石が、崩壊斜面上部からもたらされたことが明らかになった。

考察

崩壊の発生要因

斜面の大規模な崩壊が発生するときの条件は、以下のような項目に整理される。

- (1) 斜面に存在する潜在的な条件（地質構造、地形等）
- (2) 斜面移動予備物質の生成
- (3) 斜面移動予備物質がある一定の期間斜面にとどまるための条件
- (4) 斜面移動予備物質が一挙に崩壊するための誘因となる現象（trigger）の発生

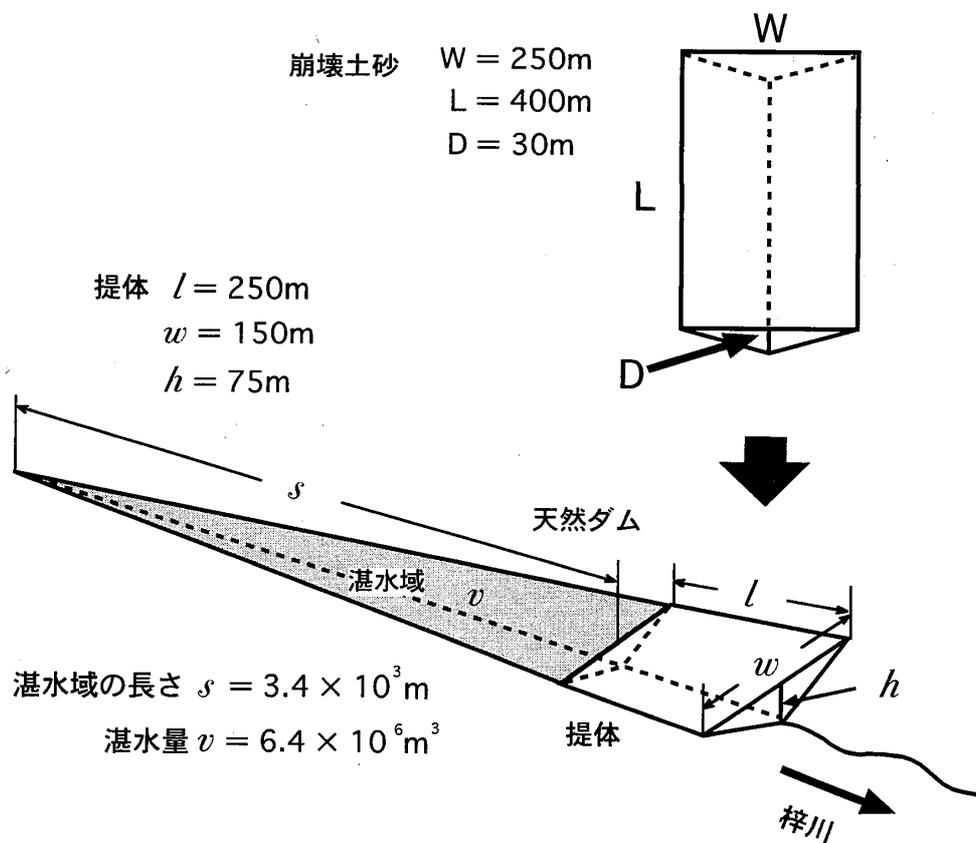
- (1) 斜面に存在する潜在的な条件（地質構造、地形等）  
一般に斜面の傾斜と地層の傾斜が同一方向（流れ盤）

である場合、斜面下方への不安定さが大きくなり、斜面移動が起こりやすい。しかし、「トバタ」の崩壊斜面の地質調査の結果からはこの斜面が、斜面の傾斜と地層の傾斜を異にする受け盤構造に近いことが明らかになった。斜面と地層の傾斜がこのような関係をなす構造の場合、斜面移動を起こしやすい現象として、地層が斜面下方に倒れかかるように移動するクリープが挙げられる。しかし調査結果からは、クリープの発生を示す証拠は得られていない。

第4図に示したように、とばたの崩壊地および周辺には数本の断層が存在している。これらの断層は、多くの場合、未固結破碎帯を伴っている。これらの断層には、北東-南西方向と北西-南東方向の二つのトレスを示すものが見い出され、これら2方向の断層によって、この斜面の岩石はブロック化していたと考えられる。とくに、断層F-3およびF-4は斜面にほぼ平行である。これらの断層によって、岩石の斜面下方への不安定性が増していたものと考えられる。

- (2) 斜面移動予備物質の生成

第4図に示されているように、「トバタ」の崩壊地



第7図 天然ダムの規模

崩壊土砂と同規模の体積の土砂が天然ダムを形成し、崩壊の幅 (W) と堆積した幅 (H) が等しいものとする。

谷の地形から、天然ダムの提体を、 $N:T=2:1$ の三角形を底面とする三角柱とみなす。

崩壊土砂量  $1.5 \times 10^6 (m^3) = N \times T \times 1/2 \times 250$ 、かつ  $2T=N$  から、 $T$  と  $N$  が求められる。

さらに、湛水量を  $N \times T \times 1/2$  の面積の三角形を底面とする三角錐の体積とみなすと、奈川渡一沢渡間の平均河川勾配2,3%から、湛水域の長さ  $S$  が求められる。

の西縁は、チャートと混在岩の境界部となっている。混在岩は異なる岩石の集合体であり、同時に泥質岩基質には無数の劈開面が発達している。混在岩の組織の不均一性と劈開面の存在は、風化の進行によって、割れ目や剥離面が形成されやすい条件を備えている。加えて、研究地域は海拔1,000m以上に位置する山岳地域であり、冬季の低温によって生じる岩石中の水分の凍結の結果、岩石の破壊の進行が加速することも考えられる。

(3) 斜面移動予備物質がある一定の期間斜面にとどまるための条件

「トバタ」の崩壊斜面には、とくにチャートが広く分布している。チャートは非常に堅固な岩石であるた

め、風化によって表層部から順次、小規模な崩壊を繰り返すことはなく、ある程度の風化を受けても、斜面に岩塊として残存するものと考えられる。「トバタ」の崩壊地西方の尾根上にも、浸食に耐えて残存したチャートの露岩が見られる。斜面に残存したチャートの岩塊は、突発的な崩落の要因となった可能性が高い。

(4) 斜面移動予備物質が一挙に崩壊するための誘因となる現象 (trigger)

一般に、斜面移動の誘因となる現象としては、地震、豪雨、火山活動などが挙げられる。横山 (1966) は、「トバタ」の崩壊は1757年旧暦5月8日、長雨にゆるんだ山肌が突然谷底に崩落したものだとしている。降水量や日数には詳しくふれていないが、横山は、降雨

は旧暦4月6日から続いたとしている。これとは別に、中田（1956）は、降雨は旧暦4月8日から続いたとしている。また宮川（1968）は旧暦4月下旬からの降雨であったとしている。約250年前の現象であるため、これ以上の詳細な降雨の状況は不明である。しかし旧暦の5月8日は、新暦では6月24日にあたり、すでに梅雨期に入っていたことが予想される。また上述の文献からも、最短でも10日間以上の降雨が連続したと考えられる。これらのことから、「トバタ」の斜面の含水状態は、その崩壊時までには飽和状態に達していたものと推定される。地震など、他の発生要因の記録が見あたらないことから、この崩壊は、降雨を誘因として発生したものとみなすのが妥当である。

### 崩壊の様式

「トバタ」の崩壊が急斜面に発生していること、文献からそれが突発的なものであったことが推定される。また、崩壊斜面下部の緩斜面に大転石が存在することや、崩壊時には連続的な降雨と上流部の融雪によって大幅に増水していたと考えられる梓川に天然のダムを形成したことなどから、「トバタ」の災害は地滑りではなく、高速で落下した崩壊であったことが推定される。

第3図に示した緩斜面と湖面の間の急斜面は、約40°の傾斜を有する。この急斜面には岩盤が露出しており、崩壊斜面下部の緩傾斜面上に堆積した崖錘性の堆積物の厚さは薄いものと考えられる。したがって、崩壊によって発生した土砂のほぼ全量が、天然ダムの形成に使われたものと考えられる。

### 崩壊の規模

崩壊斜面の空中写真、地形図および地形断面から崩壊規模と土砂の量を推定した（第6図）。空中写真から判読すると、崩壊地の幅は約250m、斜面に平行な崩壊地の長さは約400mである。また、地形断面から読みとることができる崩壊土砂の厚さは30m以上である。そこで、この崩壊土砂を、底辺の長さ250m、高さ30mの三角形を底面とし、高さ400mの三角柱に近似すると、崩壊土砂の堆積は $1.5 \times 10^6 \text{m}^3$ と推定される。

### 天然ダムの規模

「トバタ」の崩壊は、梓川に天然ダムを形成したとされている。ここでは、天然ダムの堤体、湛水量、湛水域の規模を推定する（第7図）。規模の推定は、以

下の事柄を前提とする。

- (1) 崩壊した土砂の量を、上で求めたように、 $1.5 \times 10^6 \text{m}^3$ とする。
- (2) 現在ダム湖に水没している梓川の断面を、近隣地域の地形を参考にして、谷の幅と深さの比が2:1の三角形とする（第7図）。
- (3) 崩壊土砂量と同容量の土砂によって天然ダムが形成されたとする。
- (4) 崩壊土砂の堆積時における体積の増加（フケ率）はここでは考慮に入れない。
- (5) 天然ダムをつくる堤体の河川方向の断面は、一般に台形または三角形であることが予想される。しかし、崩壊土砂の安息角を求めることが困難であるため、堤体の形態を、河川方向に延びた三角柱状とする。
- (6) 崩壊地の幅 $W$ （約250m）と天然ダムの長さ $H$ は等しいものとする。
- (7) 天然ダムの湛水域の平均河川勾配を、奈川渡一沢渡間の高度差150mと距離6.5kmから計算して、2.3%とする。
- (8) 天然ダムの決壊原因には越流とパイピングなどがあるが、「トバタ」の崩壊で生じた天然ダムについては決壊の様式が不明である。ここでは、ダムの満水時まで、堤体が維持されていたものとする。

以上の前提のもとに、堤体の規模を算出した結果は以下のとおりである。

堤体の体積： $\text{約}1.5 \times 10^6 \text{m}^3$ （＝崩壊土砂量）

堤体の高さ $h$ ：約75m

堤体の幅 $w$ ：約150m

上記の堤体の体積は、東京ドームの容積のほぼ1.2倍に相当する。

さらに、天然ダムの湛水域を、堤体の断面を底辺とする三角錐とみなし、上記の堤体が、平均河川勾配2.3%の梓川のV字谷を堰き止めたときに形成される湛水域の規模は以下のとおりである。

湛水量 $v$ ：約 $6.4 \times 10^6 \text{m}^3$

ダム湖の長さ $s$ ：約3400m

横山（1966）によると、天然ダムの決壊は、「トバタ」の崩壊のほぼ2日後とされている。現在の奈川渡における梓川の流入量から、1989～2002年までの各年の6月における平均日流入量（ $46 \text{m}^3/\text{秒}$ 、東京電力株式会社梓川制御所による）の2/3が梓川によるものとする、約2.4日で上記の天然ダムが満水となる。また、6月の日流入量のうち、最大のものから2日分の平均流入量（ $98.8 \text{m}^3/\text{秒}$ ）を求めた。上のよ

うに、その流入量の2/3が梓川によるものとする、約1.3日で天然ダムが満水となる。1.3~2.4日間で天然ダムが満水状態に達したというこの試算結果は、横山(1966)の記述と矛盾しないものである。

#### まとめ

- (1) 「トバタ」の崩壊地には、北東-南西および北西-南東方向の断層が確認され、斜面と同方向の傾斜を持つ断層によって岩石が斜面下方に対して不安定な状態となった。
- (2) 斜面を移動した物質が急速に落下した崩壊であった。
- (3) 推定崩壊土砂の堆積は約 $1.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ であったと推定される。
- (4) 天然ダムの堤体は高さ約75m、幅約150m、体積約 $1.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、ダム湖の湛水量は約 $6.4 \times 10^6$ 、湛水域の長さは約3,400mであったと推定される。
- (5) 「トバタ」の崩壊は、梓川断層および境峠断層に平行な断層による破砕帯が存在していたところに、連続的な降雨が作用して発生した。

#### 謝辞

この研究を行うにあたり、2002年度信州大学学長裁量経費を使用させていただいた。代表の信州大学農学部教授吉田利男教授には、研究の公表の機会を与えていただいた。国土交通省北陸地方整備局松本砂防事務所環境対策課長飯田昭彦氏には、地形および河川に関する資料の収集に関して便宜を図っていただいた。東京電力株式会社梓川制御所には、梓川の流量に関する資料をいただいた。信州大学工学研究科の永吉哲也氏には、梓川断層に関する未公表資料を提供していた

だいた。以上の方々に御礼を申し上げる。

#### 文献

- 宮川清治, 1978, 水害と風害. 東筑摩郡・松本市・塩尻市誌 第二巻 歴史 下 第四篇近世 第十三章 災害・騒動 第三節 火災と自然災害, 1183—1184.
- 中田令夫, 1956, 水害. 南安曇郡誌 第一巻 第三篇, 地形 第五章, 湖沼・地震・水害 第三節, 259p.
- 仁科良夫, 1983, 梓川断層群について. 長野県地学研究報告集, 3, 26—30.
- 大塚 勉, 1985, 長野県美濃帯北東部の中・古生界. 地質学雑誌, 91, 583—598.
- Otsuka, T., 1988, Paleozoic-Mesozoic Sedimentary Complex in the Eastern Mino Terrane, Central Japan and its Jurassic Tectonism. *Jour. geosci., Osaka City Univ.*, 31, 63-122.
- 大塚 勉, 1998, 中・古生界および活断層. 安曇村誌 第一巻 自然 別冊 第3編 地質.
- 大塚 勉・永吉哲也・酒井 順, 2002, 松本盆地西方の山間生活圏における梓川断層群と崩壊. 信州大学環境科学論集, 24, 79—86.
- 渡辺正幸・中村良光・笹原克夫, 1992, 国道158号猿なき洞門の岩盤崩壊について. 土木技術資料, 34, 5, 68—73.
- 横山篤美, 1966, 善左エ門役日記(宝暦とばた水難記録), 波田村長寿会.