

澄川温泉における地すべりと水蒸気、土砂災害の発生プロセス*

Geological process of the 1997 Sumikawa Land Slide with
hydrothermal explosions and debris avalanche.

地質調査所**

Geological Survey of Japan

1. はじめに

地質調査所では、1997年5月11日午前8時頃に発生した澄川温泉付近の地すべり主滑動と水蒸気爆発との関係を明らかにするために、その目撃者や災害対策担当者から聞き取り調査を行い、またビデオ映像や写真などを参考にしながら地すべり・土砂災害の発生プロセスについて解析を行った¹⁾。解析にあたって利用した情報は、主として以下の5つである。

- 1) 5月10日までの地すべりの前兆現象に関連した情報（秋田県鹿角市土木事務所調べ）
- 2) 地すべり及び水蒸気爆発による地震動を捉えた地震計データ²⁾（東北大学理学部附属地震・噴火予知研究観測センター秋田焼山観測点）
- 3) 5月11日午前8時0分20秒に発生した八幡平地区の停電事故に関する情報（東北電力秋田支店営業配電部調べ）
- 4) 水蒸気爆発を上空から視認した目撃者の証言と撮影写真（秋田航空の伊藤 孝機長及び平松 真整備士）
- 5) 地すべり及び水蒸気爆発を取材した記者の証言と取材ビデオ（ABS秋田放送西田 亨記者）

なお、1), 4), 5) については秋田地方気象台防災業務課、5) については秋田県警察本部及び鹿角警察署の協力を得て情報を補完した。

2. 時系列データ

澄川温泉付近で5月11日午前8時頃に発生した地質現象を目撃証言や映像情報にもとづいて再構築し、発生時刻と場所との関係として取りまとめたものを第1図及び第1表に示す。以下では各地質現象について明らかになった事項の概略を記す。

2.1 地すべり主滑動

5月11日午前8時頃に澄川温泉上空を飛行していた秋田航空のヘリコプターの飛行経路と目撃証言や撮影写真をもとに地すべり主滑動に要した時間を検討した結果、地すべり主滑動は115～145秒以内に完了したと考えられる。

2.2 澄川温泉付近における水蒸気爆発

澄川温泉付近における水蒸気爆発は、秋田航空伊藤機長の談話から少なくとも3回発生したと考えられる。

1回目の水蒸気爆発 伊藤機長が「大きくなびく白い蒸気」として認識した噴煙の存在から、その直前に水蒸気爆発があったことが推定できる。なお、ここでは単に1回目としたが、複数回の水蒸気爆発であった可能性もある。

赤川橋でABS秋田放送西田記者が撮影した取材ビデオの澄川温泉方向の噴煙は、この1回目の水蒸気爆発によるものである。西田記者の噴煙撮影時刻は7時59分24～52秒頃にかけてであり（西田記者の腕時計時刻）、また撮影の30～60秒前に既に噴煙が上がっていたとされる。秋田焼山観測点の地震動観測データ²⁾には7時58分40秒頃から地下水の流動状況を示すと考えられる長周期微動の活動が活発化したことが記録されている。これらの時間関係を考慮すると、1回目の水蒸気爆発は7時58分40秒前後に発生したと考えられる。

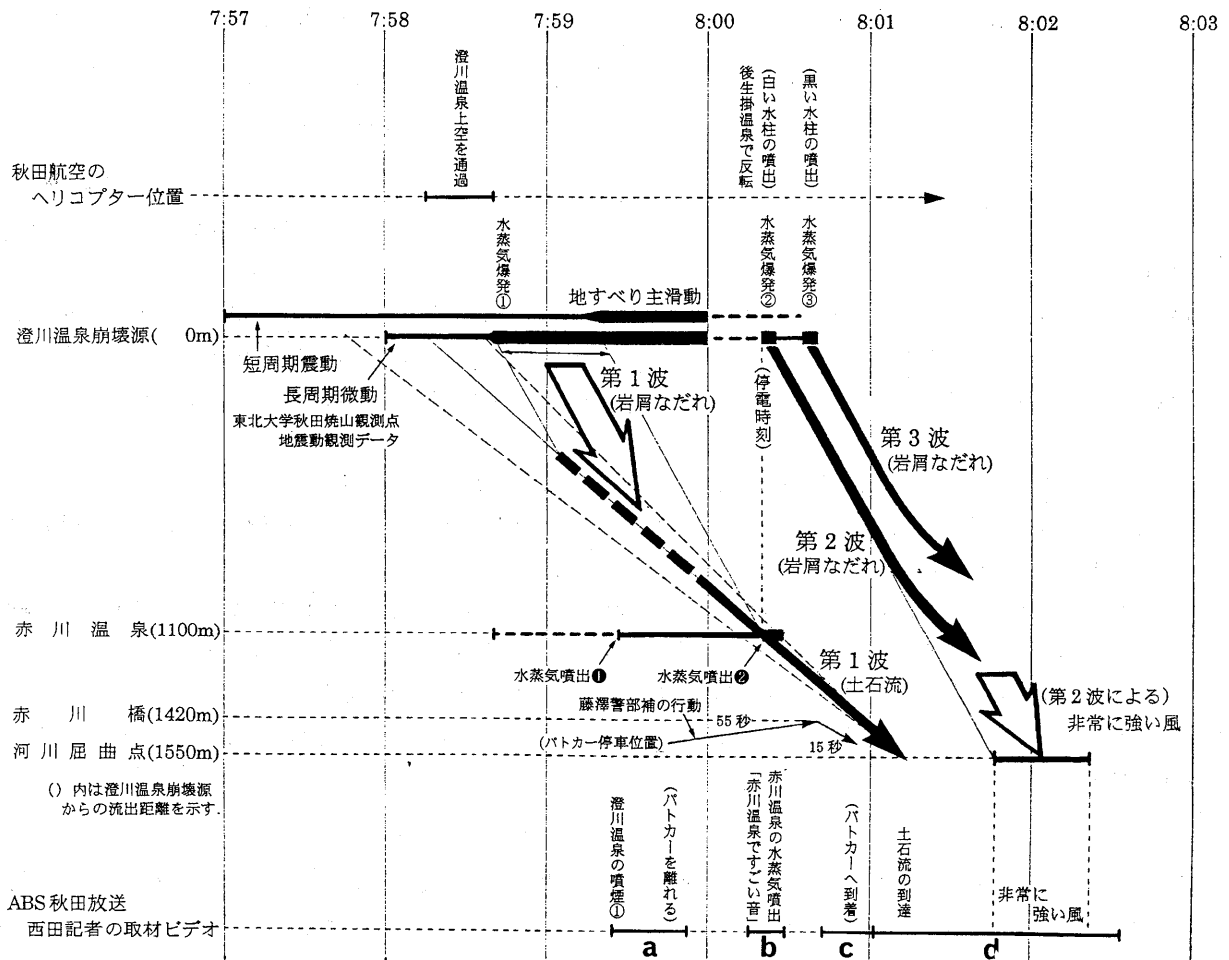
2回目の水蒸気爆発 伊藤機長の目撃した白い水柱の噴出（1回目）に相当し、爆発源は澄川温泉の源泉北方と推定される。

3回目の水蒸気爆発 伊藤機長の目撃した黒い煙のようなものが混ざった水柱の噴出（2回目）に相当し、爆発源は澄川温泉の源泉位置と推定される。

* Received 8 Aug., 1997

** 塚本 斉

Hitoshi Tsukamoto



第1図 1997年5月11日午前8時頃に澄川温泉付近で発生した地質現象とその関係。図中のa, b, c, dは塚本(1997)におけるABS秋田放送西田記者の取材ビデオの撮影内容との対応を示す。

Fig. 1 Reconstructed relationships between geological events and mass-flows of the 1997 Sumikawa Land Slide with hydrothermal explosions and debris avalanche.

第1表 1997年5月11日午前8時前後の復元された時系列情報

Table 1 Reconstructed time series of the 1997 Sumikawa Land Slide with hydrothermal explosions and debris avalanche.

7時58分15~40秒頃	(澄川温泉上空を秋田航空ヘリコプターが通過)
7時58分40秒頃	澄川温泉及び赤川温泉にて1回目の水蒸気爆発(噴出)開始。澄川温泉付近から斜面崩壊により土砂が流出(第1波)し、赤川橋下流まで流下。
7時59分10~20秒頃	澄川温泉付近の地すべり主滑動開始。
8時0分20秒頃	澄川温泉及び赤川温泉にて2回目の水蒸気爆発(噴出)開始。澄川温泉付近の地すべり前縁部が崩壊し、土砂が岩屑なだれとして流出(第2波)し、赤川温泉下流まで流下し停止。
8時0分20秒過ぎ	赤川温泉を1回目の水蒸気爆発による土砂が土石流として通過。
8時0分35秒前	澄川温泉付近の地すべり主滑動停止。
8時0分35秒頃	澄川温泉にて3回目の水蒸気爆発開始。澄川温泉付近の地すべり前縁部が更に崩壊し、土砂が岩屑なだれとして流出(第3波)。
8時0分57秒頃	赤川橋を1回目の水蒸気爆発による土砂(第1波)が土石流として通過。
8時1分12秒頃	赤川橋下流の河川屈曲点を土石流(第1波)が通過。
8時1分20秒過ぎ	赤川温泉下流付近で2回目の水蒸気爆発による岩屑なだれ(第2波)が停止。
8時1分46秒頃	赤川橋下流の河川屈曲点を岩屑なだれ(第2波)から押し出された空気が非常に強い風として通過。
8時2分21秒頃	非常に強い風が吹き終る。

2.3 赤川温泉付近における水蒸気噴出

澄川温泉下流1.1kmに位置する赤川温泉付近においても、澄川温泉付近の水蒸気爆発とほぼ同時刻に水蒸気の噴出活動が認められる。

1 回目の水蒸気噴出 秋田魁新報社撮影の澄川温泉方向の噴煙写真（7時59分26秒頃撮影；西田記者の腕時計時刻）には、赤川温泉方向にも水蒸気による噴煙が撮影されている。

2 回目の水蒸気噴出 ABS秋田放送西田記者の取材ビデオの背景に、赤川温泉方向で水蒸気がジェット状に噴出する映像が撮影されている。水蒸気噴出源は赤川温泉の源泉位置と推定される。

2.4 澄川温泉付近からの土砂流出プロセス

澄川温泉付近からの主たる土砂流出は少なくとも3回発生したと考えられる。

1 回目の土砂流出 澄川温泉源泉位置より下流側を崩壊源とし、最初は岩屑なだれとして流下したが、赤川温泉より上流側で土石流化した。赤川橋で土石流として観察された流れに相当する。

2 回目の土砂流出 澄川温泉源泉位置よりやや下流側を崩壊源とし、岩屑なだれとして流下し、赤川温泉付近で停止した。今回の土砂流出のうち最も多量の土砂を運搬した最大の流れと考えられる。

3 回目の水蒸気噴出 澄川温泉源泉位置を崩壊源とし、岩屑なだれとして流下し、赤川温泉より上流側で停止した。

2 回目の土砂流出の直後に、前回に引き続いた形で土砂流出が発生したと考えられる。

2.5 赤川橋で観測された強風

赤川橋では、土石流先端が赤川橋下流の河川屈曲部に到達してから約34秒後に非常に強い風が赤川上流方向から35秒間継続して吹くのが観察された。秋田地方気象台八幡平地域気象観測所の5月11日8時の風向・風速は西の風5m/sであり、風向については5月11日3時～10時まで西風となっており、また風速については3～5m/sで落ちついていることを考慮すると、赤川上流方向である南から非常に強い風が35秒間継続して吹き続けるという現象は岩屑なだれと密接な関係を持っていたと考えられる。この非常に強い風は、赤川温泉下流で停止した2回目の岩屑なだれの恐らくは前面から押し出された風と推定される。

3. 水蒸気爆発と地すべり主滑動・斜面崩壊の関係

東北大学秋田焼山観測点の地震計記録²⁾によれば、地すべり主滑動による短周期震動の活動が地下水活動による長周期微動より先行している。しかし、短周期震動の活動は最初は低いレベルにあり、短周期震動の活動が活発化するのには長周期微動が活発化した後である。従って、水蒸気爆発による衝撃が地すべり主滑動を誘発した可能性があると考えられる。

また、地すべり前縁部の崩壊物質がNNWの方向に流れて下っているのに対して、地すべりの主滑動方向はNNEであり、崩壊物質は地すべりの主滑動方向（NNE）に押し出されていない。地すべり押し出し域の土砂が対岸に乗り上げ、谷を一度埋積した後に土石流化した痕跡も認められないことから、水蒸気爆発により地すべり前縁部の崩壊が誘発され、主滑動方向（NNE）とは異なった方向に押し出された可能性が高いと考えられる。

4. 水蒸気爆発のメカニズム

水蒸気爆発発生以前の地下の蒸気溜り及び熱水系の活動を示す状況証拠として以下のような現象が挙げられる。

1) 5月9日に澄川温泉裏手の山腹にある枯渇した温泉が再び自噴を開始した。

2) 水蒸気爆発直前の5月11日7時～7時40分にかけて、澄川温泉付近から発生する水蒸気量は徐々に増加した。

3) 澄川温泉の1回目の水蒸気爆発とほぼ同時刻に赤川温泉付近でも水蒸気が噴出しており、その後澄川温泉の2回目もしくは3回目の水蒸気爆発とほぼ同時刻に赤川温泉付近でも高さ数10m程度の水蒸気もしくは高温温泉水の噴出が起こっている。

3) で示された澄川温泉及び赤川温泉における水蒸気爆発（噴出）の同時性及び両温泉の水質分析データ³⁾を考慮

すると、澄川温泉及び赤川温泉地域の地下には共通の蒸気溜りが存在すると考えられる。また、澄川温泉及び赤川温泉における1回目の水蒸気爆発（噴出）がほぼ同時に発生していることを考慮すると、平衡破綻型の水蒸気爆発で想定されているような地すべりに伴う亀裂形成により蒸気溜りから蒸気が逃げ（1回目の爆発）、その後地下の熱水系の気化が急速に進み、熱水噴出を伴う水蒸気爆発（2回目の爆発）が進行したと考えることはできない。今回の水蒸気爆発のメカニズムは以下のように考えられる。

a) 澄川温泉付近の地すべりにより地下の蒸気溜りから蒸気が逃げる通路が塞がれ、蒸気溜りの圧力が上昇し1回目の水蒸気爆発（噴出）が澄川温泉及び赤川温泉で発生した。

b) その後地下の蒸気溜り中の熱水の気化が進み、熱水噴出を伴う2回目以降の水蒸気爆発（噴出）が澄川温泉及び赤川温泉で発生した。

参 考 文 献

- 1) 塚本 齊 (1997) : 秋田県澄川温泉における地すべりと水蒸気爆発に伴う土砂災害の発生プロセス, 地質ニュース, 515, 53-67.
- 2) 東北大学 (1997) : 第75回火山噴火予知連絡会資料.
- 3) 高橋正明・遠藤秀典 (1997) : 1997年5月11日に発生した秋田県澄川温泉地すべりに関連した緊急温泉・鉱泉水質調査, 地質ニュース, 515, 49-52.