■1997年秋田県鹿角市澄川地区の地すべり，それ以前に見られた徴候

Some indication before the landslide, Sumikawa area, Kazuno, Akita Prefecture, 1997

(財)新エネルギー財団／窪田康宏
New Energy Foundation／Yasuhiro KUBOTA

キーワード：地すべり，土石流，澄川温泉，徴候

Key words：landslide, mudflow, Sumikawa thermal spring, landslide identification

1. はじめに

1997年5月11日，秋田県鹿角市八幡平にある澄川温泉の南側斜面で大きな地すべりが発生し，温泉の建家を倒壊させるとともに，その一部は土石流となって約2 km下流まで達した。幸い人的な被害はなく，ことなきを得たが，一時は下流側の住民に大きな不安をもたらした。その後，寸断されていた国道も開通し，また，地すべり地内では順次対策工が施されて，今は落ち着きを取り戻している。

この地すべり・土石流については，「地すべり，第35巻，2号」に詳しく述べられているが，ここではこの特集号や他の研究論文集では全く触れられていない，“それ以前の地すべり徴候”について筆者の見聞を記載する。

井口ほか（1997），秋田大学（1997），柳澤（1998）によると，この地すべりは既存の地すべり地形分布図にすでに図示されていた地すべり地が再活動したもので，立木の幹の曲がりや年輪の偏芯方向の変化から最近40年間に数回程度の，そして，75～80年，90年，120年前頃に活動があったとされている。また，1972から1993年の間に崖の数が増えている現象も地すべりによるものと解釈されている。

この地区は高島ほか（1978）に記載されているように，澄川温泉の南側を中心に多くの噴気地が分布している。一つ一つの噴気地は大きなものではないが，それらを連ねるとほぼ北西―南東に延びており，噴気地の周辺にはいわゆる温泉変質域が見られる。

筆者は，地熱発電所の地下部門を長い間担当していたことから，八幡平地域の温泉・噴気地をたびたび訪れる機会をもっていた。たまたま，地すべりの発生した1997年6月まで鹿角市に在住し，澄川温泉とその周辺を踏査する機会を得ていたことから表-1に示すようないくつかの事実を観察する事が出来たので，ここに報告する。しかしながら，これらにはいずれも“今にして思うと”との注釈が付く。また，筆者にはずいぶん以前に学んだ地質学の素養があるとはいえ，地すべりとは全く無縁であったことを予めお断りしておきたい。

表-1 地すべり徴候の一覧

年 月	徴 候	概 要
1995年融雪頃	窪地に水が貯まる	噴気のある窪地に表流水が溜まり温泉水の温度が低下
1995年6月	温泉水が濁る	泉源付近の斜面の一部が崩落し湯だまりで混濁
1996年7月頃	噴出する蒸気が多い	数年前と比べ，噴出する蒸気の流量が多い印象
1996年7月	コンクリートにひびを認める	道路としていた無筋コンクリートに小さなひびが発生
1996年8月	木の葉が枯れる	枯死した部分が線状に分布
1996年8月	亀裂が見られる	古い段差の延長上に新しい亀裂を視認
1997年4月	雪面の亀裂など確認できず	雪面をスキーで踏査するも異常なし
1997年4月中旬	泉源山手側に張り出しあり	泉源の山手側斜面がやや膨張を開始
1997年5月10日	亀裂に融雪水流下を認める	その後地すべりの滑落崖となる亀裂に雪融け水が流入
1997年5月11日	地すべり，土石流発生	

* 1997年5月以降は佐々木ほか（1998）などの通り

2. 澄川温泉とその周辺

筆者が初めて澄川温泉を訪れたのは30年ほど前のことである。そのとき，幹が斜めに伸びていながら枝はまっすぐ上に伸びている松や，くねくねと曲がりながら成長したかの様なもみじの木などが，まるで盆栽の中に居るかのような一種独特の景観を造っていた。そのような景観が地すべり地に特有のものであることを知るのには，それからかなりの年月を経てからのことである。

その後，澄川温泉の北東を北に流れる赤川にはいくつもの砂防ダムが造られ，その流れは以前と比べるとはるかに緩やかになった。また，噂を聞き込んだのであろう遠方から多くの客が温泉を訪れリフレッシュを楽しむようにもなった。澄川温泉も建て屋を改築するとともに，1970年代には露天風呂を造り，80年代にはそれを増設した。また，泉源に手を加えて集水量を増やしたり，ある噴気地から別の噴気地へと泉源を変えて温度を調整したりしていた。一時的に温泉水が濁ったり温度が低くなったりはしたが，噴気を利用したオンドル式の宿舎があって，表流水に蒸気が吹き込んで出来る温泉で多くの客が湯治を楽しむという風情は変わりなく続いた。しか

図－1 地すべり前の澄川温泉周辺の地形と調査位置
(秋田大学, 1997に加筆)

し、今にして思うと、図－1に示すように、人手を加えて造築された露天風呂や改築された建家の位置は地すべり地塊の末端部に当たっている。

3. 地すべり以前に見られた微候

1995年の雪融けの頃である。図－1に示す泉源の周辺に水がたまって温泉水の温度が低下することがあり、温泉主はそこにU字溝を設置して排水を促している。すなわち、図－2の最上段に示すように北に低くなった落差1 m程の低い崖の縁に直径2 mほどの窪みがあり、そこ

図－2 泉源の変動模式。矢印は想定される変動方向

に水蒸気の出口があった。その窪みに流れ込む表流水の量をコントロールすることで温度を調整し温泉水を造成していたが、図の中段のように窪みが大きくなって集水範囲が広がり雪融け水が多量に集まり、かつ、排水ができなくなって、結果として温泉水の温度が低下することとなった。その対応策として図の下段に示すように排水溝を設置することで流量と温度の調節が可能となった。この時はこれで終わったのであるが、今から振り返ると、この現象は“滑落崖”が発生して“凹地”が発達しさらにその前面が盛り上がるという、地すべり現象のミニチュアそのものであるように見受けられる。また、同95年6月上旬に温泉管理人から、掘削に使った泥水が出てきたのではないかと問いかけがあって泉源を確認したところ、その泉源(酸の湯)の南西側斜面が崩落し源泉のプールに滞留していた“湯ノ花”とともに混濁していて、そこから引湯していた温泉水が濁ったことが分かった。

その後、96年の7月頃、久しぶりに現地を訪れた筆者は以前と比べ噴気・噴湯が活発になっているとの印象を受けた。即ち、地表に出てくる水蒸気の量が、以前に記憶していたものと比べ、明らかに多いのである。このことは地下の温度や圧力が高くなって噴気が活発になっている、あるいは、蒸気の流出する通路となっている岩体中の割れ目が大きくなっていることの反映である。ここ20年ほどこの噴気地を見続けてきた方に尋ねると、筆者と同様に「95年頃から、否、96年の春頃からやや多い印象を持っている」とのことであった。

その頃、温泉主から「湯が濁ったり、コンクリートにひびが入ったりしている」との情報も得られていた。このコンクリートは、ここが温泉変質地のなかにあるため、雨が降るとどろどろになって歩くのに難渋するので、排水と足元の確保をかねて温泉宿舎の間の通路に以前から打設されてあったもので鉄筋は入っていない。無筋のコンクリートであるから、車両による振動や熱収縮などによってひびが入るのは不自然なことではあるまいと筆者は気にも留めずにいた。他方、温泉主は土建会社を経営する方でもあったためか少なからず違和感を持ったようで、何らかの調査の方法がないかとの相談も持ちかけられていた。これに依って、念のため、地すべり調査の経験を持つ知人を紹介した。

前述した7月末の時点では、単なる印象で終わってしまったのであるが、その後、同年の8月の下旬に再び訪れて噴気地を歩き回ったところ、奇妙な現象に気がついた。それは、その年の春に芽吹いた木の葉が一部ですでに枯れていたことである。測量を行ったわけではないが、木の葉の枯れていたところは点々と連なり、図－1に示すようなほぼ北西－南東に延びていた。木の葉は秋の紅葉の時とは違い、丸まったり縮れたりすることもなく、伸びて張りを持ったまま変色していたので、それが生じたのはごく最近のことと観察された。葉の枯れる原因は、噴気に伴う硫化水素ガスの雰囲気になえきれなかったか、

あるいは、地温が高くなって根の部分から枯死に至ったかのいずれかと思われたが確証は得られなかった。張りを持ったまま枯死していたことから、突然起きた出来事によるもので、おそらく後者であったであろう。当時のメモには「今年の葉が枯れるなど従前より泥火山付近が活発になっている印象を受ける」と記されている。

ほぼ半日をかけて温泉建家から30m程度の範囲を概査した知人が、その結果を温泉主に報告したのは96年8月の末である。その報告の要旨は、この温泉を含む一帯は“べこ谷地”として昭和61年に地すべり危険個所に指定されていること、最近形成されたと思われる複数の亀裂が追跡できることの2点で、それらを図に示しながら説明した。筆者も彼とその亀裂・段差を見たところ、それは落差が最大で20cmほどで、斜面には草がしっかりと生えていて新しいとの印象は受けなかったが、その延長上に見られた変位が数mmの亀裂は明らかにごく最近のものであった。そして、その時の結論として、地すべりか盛土の崩落かを見るためとりあえず傾斜計を設置することとした。

このような経過の中で、筆者も何らかの変動が地表に生じているとの認識に立ちつつあり、その後は注意深く観察を続けることとした。その気になってみると、温泉宿舎の建家の柱などが傾いていたり、あるいはそれに補修が加えられていたりする事実をいくつも認めることが出来た。しかもそれらの現象には、新しいものもあるが数年以上を経過したと思われる古いものも含まれていた。

知人からは、10月末に中間的報告があり、雨の少ない時期でも動いているので潜在から準確定レベルの地すべりの可能性があり、雪融け・大雨の時は特に注意すべきであるとするものであった。しかしながら、地表ではその後目立った変化はなく、傾斜計による観測は11月末で終了した。

他方、温泉主は新しい建屋の建築に着手すべく、11月12日に古い建屋の取り壊し作業などの準備を開始した。また、11月の末から降雪は本格化し、例年通り温泉は冬季休業に入った。地温が高いため湯治場周辺に雪は積もらないので、新しい建て屋の基礎工事・建築工事は予定通り進められ、翌97年4月の中旬には入居が可能となった。

この冬季間は湯治場周辺を除き歩行は困難で周辺を観察することは出来ないが、温泉水や飲料水に濁りがあるなどの異常は認められていない。

しかし筆者は、前年の地表に見られた変動が地すべりである可能性を考慮に入れ、97年の4月1日に、澄川温泉の南西側斜面をスキーで踏査した。これは、雪国の方々には自明のことであるが、春先の雪がしまってくる頃が最も林地内を自由に動くことが出来、また、木々の葉も落ちていて見通しがよく効くことによるもので、もし何らかの変動があるならば、噴気が活発になっていたり、新しい噴気地が出来ていたり、雪面に亀裂が入っていた

りするであろうとの予測にもとづいていた。踏査ルートは図-1に示す通りで、結果的に地すべり地をほぼ横断している。しかしながらこの時点では、前述と同様の“数年前と比べ噴気がやや活発である”との印象以外に異常と思われる現象は見いだせなかった。地点Aから眺めたのが新館の最後の映像となるとは思いもよらず、また、その時の足元から崩れることになるとは想像もできなかった。この時の撮像を写真-1に示す。

雪も融けて噴気地を近くから観察できるようになった

①澄川温泉方向を望む

②斜面の立木。特に変わったことはない

③水源の湧水。水は濁っていない

写真-1 地すべり前の澄川温泉とその周辺。1997年4月撮影。撮影位置は図-2に示す

4月の中旬には泉源の山手側がやや膨れているのを認めた。その後の経過は、佐々木ほか（1998）が示す通りであり、筆者も日々変化する地表の変動を驚きとともに見つけていた。

温泉主から異常があるとの連絡を受けたのは、連休が明けた5月6日である。現地を踏査したところ、無筋コンクリートにcmオーダーあるいはそれ以上の変位を持つ大きな割れや盛り上がりのあることが確認でき、また、宿泊棟脇の排水用のU字溝が山手側から押し出して来た石垣の下に隠れようとしていた。その後状況は悪化の一途をたどり、専門家による本格的な調査が必要と判断して、コンサルタント会社に連絡を取ったのは5月9日であった。翌10日には筆者も澄川温泉南西側の斜面を踏査し図-1に示すB地点で、佐々木ほか（1998）が写真に示すと同じ亀裂を確認した。そこには、雪融けの水が蕩々と流れ込んでおり、これは大事になると、足の震えが止まらなかったのをよく記憶している。

その後は、秋田大学（1997）などにまとめられている通りの経過をたどる。

4. 浸透した雪融け水と土石流

前述の雪融け水は、約半量が地表の泥土を巻き込んだ濁り水となって温泉の西側の小川に下っていた。また、他の半量は数10cmの幅で口を開けた亀裂に流れ込んでいた。その流量は、筆者が見慣れている温泉などでの経験から、概ね500l/minと見込まれた。

亀裂に流れ込んだあの雪融け水は一体どこへ流れ去ったのであろうか。筆者は未だ納得がいかないのである。筆者が歩いた範囲ではそれが地表に流出している様子は見られなかったからである。

地すべりとともに生じた土石流は、その一部が崖を乗り越えて流れるなどその量は膨大なものであったと見込まれている。鹿角市の職員が現地を離れて赤川橋に至るのに要した時間は概ね30分である。彼らが現地にいたときには川のダムアップ現象を見ていないので、最大限に見積っても1時間に満たない間にあの膨大な量の水が貯

め込まれるほどのダムが出来たとは思えない。筆者はあの亀裂に流れ込んだ水が地下ダムに蓄えられていたのではないかと想像している。澄川温泉周辺では蒸気が地表に噴出している。この現象は、流体が水蒸気の形で地下の空隙や空洞に存在していることを示す。その同じ空間に液体の水が貯め込まれても不思議はない。地下温度が高いことからその水は短時日の間に沸点を超えることが出来る。“水蒸気爆発”として撮影された映像は、圧縮水の領域にあった高温の水が大気圧に開放されることで生じたものと理解されており、この時に蒸気を分離したあとの温水（大気圧下で100℃）として、地下ダムから水が流出したのではなかろうか。

5. おわりに

以上に述べたことが、そうとも知らずに地すべり土塊の上を右往左往していた筆者の経験である。これらのことから、少なくとも1年前には地すべりの徴候が現れていたのだと、今にして思い返すのである。

一人の怪我人も出ることが無かったことは、全くもって不幸中の幸いであり、ただただ神々に感謝するのみである。ここに記した観察がこれからの地すべりの予知と対策に役立てば幸いである。

参考文献

- 秋田大学（1997）：1997（平成9）年秋田県鹿角市澄川温泉裏山地すべりの災害調査研究。
- 井口 隆，田中耕平，清水文健，大八木規夫（1997）：1997年5月に起きた八幡平地すべりの特徴と地すべり地形分布図，第7回環境地質学シンポジウム論文集，pp. 245-250。
- 佐々木健司，石井 学，南 哲行，山田 孝（1998）：1997年5月11日秋田県鹿角市八幡平で発生した澄川地すべり・土石流の発生時系列と発生形態，地すべり，Vol. 35, No. 2, pp. 46-53。
- 高島勲・淵本 決・窪田康宏・林 育浩・西村 進（1978）：秋田県鹿角市大沼地熱地域の熱水変質，地質調査所報告，No. 259, pp. 281-312。
- 柳澤栄司（1998）：秋田県鹿角市八幡平地すべり・土石流災害に関する調査研究，平成9年度科学研究費補助金研究成果報告書，研究課題番号09600002。

（原稿受付2002年9月17日，原稿受理2003年1月7日）