■天正地震（1586）による前山地すべりの発生機構

Mechanism of Maeyama-Landslide induced by 1586 Tensho-Earthquake

株式会社中部日本鉱業研究所／野崎 保
CNK Geotechnical Institute Inc./Tamotsu NOZAKI

富山県新川土木センター／井上裕治
Toyama Pref. Niikawa Civil Engineering Center/Yuji INOUE

キーワード：地震，崩壊，地すべりダム，前山地すべり

Key words : earthquake, slope failure, landslide dam, Maeyama Landslide

1. はじめに

天正13年11月（1586年1月）に発生した地震は東海から北陸地方にかけて極めて広範囲にわたる災害をもたらした。この天正地震によって飛騨白川谷保木脇において大崩壊が発生し、庄川対岸にあった帰雲城が埋没し、城主内嶋氏理以下500人余りが圧死した悲劇についてはよく知られている。実は、人的な被害はなかったものの、この地震によって越中金屋・岩黒村（砺波市「旧庄川町」金屋：図-1参照）の東方山地（現在の前山付近）でも崩壊が発生し、約20日間にわたって庄川が堰き止められた。天正地震の北陸地方に関する史料では「白山地震」あるいは「加賀・越中地震」等と記載されているものがあり、この前山の崩壊や木舟城（福岡町木舟）を倒壊させた地震は、東海・飛騨地方に発生した地震とは日付の異なるものであったらしい。これまで前山の崩壊は、その位置や規模についての詳細は不明であったが、筆者らはほぼ全容を把握したので、その分布形態や地質状況について報告すると共に発生メカニズムについて考察するものである。

なお、「前山地すべり」は「金屋岩黒地すべり」（田畑

ほか，2002）あるいは「金屋岩黒村の山崩れ」（富山県，1997）などの名称で記載されている文献が多い。しかし，角川日本地名大辞典16富山県（1987）によれば，天正年間はまだ「金屋」と「岩黒」は別々に存在し，金屋岩黒村となるのは明暦2年（1656）からである。発生位置も東方山地となっており，当時は人家のないところである。また，地すべり指定地名は「前山」（昭和37年10月9日指定）とされているので，ここでは標記の名称を用いることにした。

2. 天正地震と前山地すべり

2.1 地震と崩壊の発生日および震源

日本地震資料（東大地震研，1981）や天正大地震誌（飯田，1986）に収録された史料によれば，地震の日付は22日というものなどいろいろあるが，多くは11月27日と29日（1586年1月16日および18日）である。また，11月27日から29日まで3日間にわたり揺れ動いた（大門町史，1981），という記載もある。しかし，27日は越中関係がほとんどであり，29日の日付は，越中関係以外の史料に広く記載されている。被害状況などからも前山の崩壊を

図-1 天正地震の推定震央（飯田，1986）

左図は天正13年11月27日，右図は11月29日のそれぞれ推定震度分布，震央，活断層の位置。⊗は推定震央

発生させた地震は、飛騨に震害を与えた地震とは別の地震であったと考えられる。すなわち、前山の崩壊は27日に発生し、帰雲山の崩壊は2日後の29日に発生したと考えられ(飯田, 1986), いずれも20日間ほどにわたって、庄川を堰き止めたという記述がある。震源については両者とも明らかではないが、飯田(1986)は、推定震度分布などから29日の震源は伊勢湾奥の桑名付近(養老断層系の活動)であり、27日の越中の震源は、庄川町西方10 km余りの小矢部川西岸にある法林寺断層の北方延長上と推定している(図-1)。しかし、新編日本被害地震総覧(宇佐見, 1996)では飛騨の白川断層(御母衣断層系)と推定されている。また、地震活動総説(宇津, 1999)には富山県南西端にある加須良断層(御母衣断層系)も候補の一つとしてあげられている。いずれにしても今後さらに多方面から検討すべき課題である。

2.2 前山崩壊と帰雲山崩壊による災害

現在の岐阜県北部飛騨保木脇にあったとされる帰雲城の悲劇は、長く語り継がれてきた衆知の出来事であり、現地には慰霊碑が建立されている。これとは別に、この天正地震によって、約45km下流の庄川左岸前山でも同程度の大規模な山崩れが発生しており、庄川本流が堰き止められ地すべりダムが形成された(図-2参照)。この地震による越中の災害は、城主前田秀継夫妻が多くの家臣と共に圧死した木舟城の悲劇として知られている。しかしながら、前山の大崩壊は死傷者が無かったためか、郷土史家など一部の専門家以外にはあまり知られておらず、これまでその発生位置や規模などについての詳細は明らかにされていなかった。この2つの山崩れは、いずれも庄川を20日間ほどにわたって堰き止め、規模もほぼ同程度のものではあったことから後者は前者と混同されてしまったこともあるらしい。

庄川町史(1975)や高岡市史(1982)などによれば、金屋(前山)での庄川堰止めにより人々は河川の決壊を恐れ、井波(南砺市)・増山(砺波市)・守山(高岡市)等へ避難して仮小屋を作ったが、雪中のことで困苦をなめたという。地すべりダムは約20日後に決壊したが、水勢が緩慢であったため、家屋や人畜には被害がなかったという。なお、帰雲山の崩壊についても「白川(庄川)が堰き止められ、約20日間水が流れず、上流三里にわたって水が氾濫し、その下流の庄川は川原となった」(天正大地震誌)という記事がある。前山の地すべりによる庄川の堰き止めも約20日間となっており、上流の保木脇での決壊が前山の地すべりダムの決壊を促した可能性もある。

3. 地形地質

前山地区は現在の砺波市(旧庄川町)南部にあって、庄川が砺波平野に抜け出す直前の位置にあり、東方右岸斜面には平成5年に活動した「落シ地すべり」(富山県, 1997)がある(図-3)。上流約1.5kmの位置には小牧ダムがあり、この付近から南方は山岳地帯となる。これ

図-2 前山崩壊と帰雲山崩壊の位置関係

に対して、北方の地域は北に向かって次第に高度が下がり、射水丘陵へと続いている。庄川は小牧ダムの下流で西方へ大きく曲流し、1 kmほど下流で再度北に流れを変えている。このため、崩壊斜面の末端は、「攻撃斜面」になっており、河岸侵食を受けやすい地形条件となっている。

基盤地質は新第三紀中新世の^{いおうぜん}医王山累層であり、主に無層理塊状の火山礫凝灰岩から成るが、層状の凝灰岩が広く挟在している(図-4, 5)。地層は概ねNW走向で、NE方向に15~20°で傾斜しており、下流寄り(西部)の斜面は流れ盤、上流寄り(東部)は走向~受け盤斜面となる。

図-3 前山の崩壊と周辺の地形 (1/25,000地形図「城端・山田温泉」)

破線と矢印は空中写真判読による地すべり地形と移動方向を示す

周辺には高位～中位段丘が発達している。これらの段丘は砺波平野と山地との境界部にある高清水断層によって切れ、顕著な階段状の地形が形成されている。ボーリング調査・地上での電気探査・空中電磁法探査等の結果から、尾山谷の西方にNNE-SSW方向の断層が推定され、動山の北西側にもNE-SW方向に延びる顕著なリニアメントを伴った断層が推定されている (井上・野崎, 2001; 井上ほか, 2002)。これらはいずれも高清水断層と同系統の断層と推定される。

4. 前山地すべりの範囲と現況

天正地震による崩壊範囲は、史誌等では「金屋岩黒村の東の山」とか「蛇島へ崩れた」という程度の記述しか見られない。伝承による動山^{イフリ}という山の名前などからおおよその位置は知られていたが (郷土史家榎木淳一氏談)、詳細については必ずしも明らかではなかった。しかし、今回の現地踏査結果から、この崩壊は初生的な岩盤地すべり^{イセ}であって、現在の井堰神社のあたりが北限で、西は砺波平野側との分水嶺をなす稜線付近であることが明らかになった。南限がやや不明瞭であるが標高350m付近と考えられ、動山の北西側にあるNE-SW方向の大規模な溝状凹地が東端となる。崩壊斜面の中央部にある尾山谷付近を境に、概ねその西側では流れ盤斜面のために土塊の多くが庄川に流出し、すべり面上に薄く残っているかすべり面下の基盤層が露出したところもある (写真-1)。これに対して東側斜面には厚い移動岩塊が未崩壊のまま残っている状態である (写真-2)。このような状況は現地踏査から明らかになったものであるが、その後実施した空中電磁法探査からも、地質状況を含めこれを裏付ける結果が得られている (井上ほか, 2002)。

なお、庄川右岸から赤岩 (図-3, 4) に向かって張

写真-1 溪床に露出した層状凝灰岩 (尾山谷中上流部)

写真-2 岩塊を積み重ねた状態の岩盤地すべり崩土 (尾山谷上流部)

写真-3 層状凝灰岩中のすべり面

り出した尾根の先端部分には崩壊土砂の一部と考えられる凝灰岩起源の岩塊や旧河床礫と思われる円礫が散在している。特に、標高150m付近に段丘状の平坦地があり (現河床との比高約50m)、角礫を主体とする崩土からなるが、花崗岩起源の円礫を混入している (図-4の□)。この平坦地の山際には上下流方向に向うかなり明瞭な溝状の凹地 (幅数m) が見られる。この凹地部分は水流に

よる侵食を受けた形跡がない。すなわち、細粒な土砂などで覆われておらず、吐け口が無く、礫の配置がランダムである。これは対岸から押し寄せた崩土の先端部分が侵食を免れ、残ったものと考えられる。

図-4 地質平面図

5. 前山崩壊の発生機構

5.1 素因・誘因および発生形態

地すべり斜面の西半部は概ね緩い流れ盤構造であり、東半部は走向～受け盤の構造となる。西半部では移動岩塊の多くが庄川に押し出してダムを形成した。これは地質構成にも規制されたものであり、尾山谷およびその支溪の溪床部には層状凝灰岩の露出部が多く、本層内にすべり面の露頭が観察できるところもある (写真-3)。すなわち、主に軟質な層状凝灰岩層中にすべり面を有する層すべりが発生したものと考えられる。これに対して東半部は、東縁に推定される断層を境にその西側の区域が北西方向に向かって移動し、山が裂けた状態となったものの (イブリ山の語源となった)、走向～やや受け盤斜面となることから崩壊に至らなかったものと考えられる。また、西半部と東半部は地形地質的にはっきりとした違いがあり、境界も明瞭である。すなわち、尾山谷東側斜面の標高220m付近には段丘状の起伏の少ない緩斜面があり、東側の移動山塊との間には明瞭な遷緩線が見られ、ここが境界となっている (図-4 参照)。尾山谷の溪床部ではその断面露頭がよく観察され、緩斜面部分は砂礫を主体とする土砂であるが、東側山塊部分は大きな岩塊を積み重ねたような状況である。また、この段丘状の緩斜面は上流側で尾山谷東岸に沿って帯状に広がっており、地すべり発生前の尾山谷はこの緩斜面下にあった可能性がある (図-5 横断面図参照)。

直接の誘因は地震動であるが、末端斜面が庄川によって絶えず洗掘される状態にあったことや尾山谷による下刻侵食も誘因の一つとしてあげられる。また、積雪期で

図-5 地質断面図 (凡例は図-3 参照)

あったことが崩壊規模をより大きなものにした可能性もある。

5.2 移動層の規模と地すべりダム

上述した移動層の内、東半部の規模は幅約1,000m, 最大延長約350m, 推定すべり面深度70~80mであり, 移動土量は1,500万 m^3 程度に達すると推測される。これに対して西半部崩壊斜面は平均幅約500m, 延長約1,000mであり, 移動層の厚さは平均10m程度かそれ以下であり, 残存土量は400~500万 m^3 程度と推定される。また, 崩壊前に西半部が東半部と同程度のすべり面深度を有していたとすれば, 1500~2000万 m^3 の土量が流出したことになる。

田畑ほか(2002)は, この崩壊によって形成された天然ダム(地すべりダム)の規模は, 現在の庄川の冬季流量から概算し, 高さが100m以上と推定した。しかし, 当時庄川は上流の保木脇でも堰き止められている(安間, 1987; 田畑ほか, 2002)。この他にも庄川流域内では小~中無数の地すべりダムが形成されていたものと考えられ, 前山付近での流量は通常時よりはるかに低下していたはずである。さらに, 上記のように対岸斜面で観察された崩壊土砂の最高位は現河床から50mほどの高さであり, 強い水流で侵食された形跡がない。したがって, 地すべりダムの天端最低位置はこれより低い位置にあったと推定される。

5.3 すべり面の形成と不安定化機構

本地域の医王山累層は一部熔結構造の見られる火山礫凝灰岩を主体とし, 礫岩層等を挟有する塊状岩体が主体であるが, 比較的軟質な細粒凝灰岩や軽石凝灰岩の層状岩が広く介在している。基盤層の層相と地すべり崩土の分布状況から見て, 地震による移動層のすべり面は, 主にこのような層状岩中に発生したようである。しかし, 地質断面図に示すように, すべり面は必ずしも層状岩中のみ発生しているわけではない。実際に, 地質断面図に示したBo. 12-3地点においては, 塊状の火山礫凝灰岩中にすべり面(低角度なセン断破碎帯)を確認している。ただし, このすべり面上の移動岩体は, 周辺の岩盤より明らかに風化が進んでいるものの完全に元の構造を残しており, 天正地震の際に大きく移動したものでないことは明らかである。これに類似した低角度で鏡肌を伴うセン断帯は他のボーリング孔でも確認され, 深いものは地震時の推定すべり面位置より30m以上の深度で確認している。ただし, これらの低角度セン断面はまったく新鮮で亀裂の少ない岩体中にあり, 上盤の岩体が大きな変位をしたとは考えがたい状況である。

ところで, 図-6はBo. 12-3地点(図-5参照)に近接する不動岩盤内の別孔(深度5.8~20.7m)において, ボアホールスキャナーによって観察されたヘアクラックをシュミット網に投影したものである。この間の地層はすべて未風化で塊状の火山礫凝灰岩であるが, 集中点の走向傾斜はほぼ周辺の地層の層理面に一致してい

図-6 すべり面下の塊状火山礫凝灰岩中のヘアクラック・コンターダイアグラム

る。これらのヘアクラックが何時の時点で形成されたものか, その証拠となるようなものはないが, 推定すべり面位置より下位の層準で, 30m以上離れた深部にも見られるので, 瞬間的な地震動によって形成されたものとは考えがたい。地震による崩壊によって消失した50m以上と推定される岩塊の除荷重は極めて大きなものである。したがって, ヘアクラックは, その後の応力解放に伴うリバウンド現象によるものである可能性が高い。実際に, 上載荷重の除去に伴う応力解放に起因する類似の現象は, 目撃や観測例があり, 例えば, 佐藤(2002)や野崎(2004)による記載報告がある。このようなヘアクラックが連結すれば, いわゆるシーティングあるいはシーティングジョイントと呼ばれるものとなる。さらに岩盤のクリープによって斜面方向の変位が生ずれば, シーティングジョイントに沿ってしだいにセン断面が形成され潜在的な地すべり面が準備される, というメカニズムが考えられる。層状岩については, 層理面あるいは軟質な凝灰岩層自体潜在的な地すべり面である。このように考えると, 天正地震のすべり面より下位の層準には新たな不安定岩体が醸成されつつあり, 次の機会も同様な機構による崩壊が生ずる可能性を秘めていることになる。

6. おわりに

地すべり対策は, 不可視部での工事が多いこともあって, 対策事業従事者以外にはその効果が理解されにくいことは確かである。とりわけ, 地すべり危険箇所は過疎化の進む中山間地に多く, 対策経費に対する事業効率が低いと思われがちである。しかし, 今回の新潟県中越地

震の事例のように、一旦地すべりが発生して河川が堰き止められると、上流部の集落や農地が水没してしまうことになる。さらに、このような地すべりダムが決壊した場合には洪水や泥流の発生により下流への被害も甚大なものとなり、広範囲に及ぶことになる。こうした観点から、地震を想定したハード対策は、技術面・予算面において困難な場合が多いものの、事前の地すべり対策がいかに重要な課題であるかが理解していただけるであろう。

飛越地震 (1858) による鳶山の大崩壊は史上稀にみる大災害であり、これに対する砂防工事は国の直轄事業として未だに継続されている。ここに取り上げた前山地すべりも、小規模ではあるが地すべり指定地として対策事業が継続されている。このように地震に伴う山地崩壊は一時的な災害だけにとどまらない社会的問題を伴うものが多く、過去の事例を調査研究することは、今後の災害予知あるいは予防対策という観点からその意義は大きい。

本稿は2004年5月に新潟市で開催された「地震と地すべり」シンポジウムの講演集に掲載された同名の報告文 (野崎・井上, 2004) にその他の資料等を追加してまとめたものである。

本稿をまとめるにあたり庄川町史編集室長の榎木淳一氏には伝承や地名の由来などについてご教示いただいた。ここに記して感謝の意を表すしだいである。

引用文献

- 安間 荘 (1987): 事例からみた地震による大規模崩壊とその予測手法に関する研究 (東海大学学位論文), pp. 24-28.
- 大門町教育委員会 (1981): 大門町史, p. 680.
- 飯田 汲事 (1986): 天正大地震誌, 名古屋大学出版会, pp. 25-154.
- 井上裕治・野崎保 (2001): 天正地震と前山の大崩壊, 第40回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp. 389-392.
- 井上裕治・河戸克志・浅井聡 (2002): 空中電磁法による前山崩壊地の比抵抗・磁気構造, 第41回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp. 481-484.
- 野崎保・井上裕治 (2004): 天正地震による前山地すべりの発生機構, 日本地すべり学会「地震と地すべり」シンポジウム 講演集, pp. 58-61.
- 野崎保・田川義弘 (2004): 人為的バレーバルジング, 地すべり, Vol. 40, No. 6, pp. 1-9.
- 佐藤 正 (2003): 地質構造解析20講, 近未来社, pp. 160-164.
- 庄川町史編集委員会 (1975): 庄川町史下巻, pp. 682-683.
- 田畑茂清・水山高久・井上公夫 (2002): 天然ダムと災害, 古今書院, pp. 10-14.
- 高岡市史編集委員会 (1982): 高岡市史中巻, pp. 761-762.
- 竹内理三・「角川日本地名大辞典」編集委員会 (1987): 角川日本地名大辞典16富山県, p. 243.
- 東京大学地震研究所 (1981): 日本地震資料 第一巻, pp. 138-170.
- 富山県 (1997): 落シ地すべり, pp. 134-135.
- 宇津徳治 (1999): 地震活動総説, 東京大学出版会, p. 789.
- 宇佐見龍夫 (1996): 新編日本被害地震総覧, 東京大学出版会, p. 42.
(原稿受付2004年11月30日, 原稿受理2005年3月7日)