

2018年北海道胆振東部地震によって発生した斜面変動 Slope movement induced by the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake

田近 淳 (㈱ドーコン/道総研フェロー)

Jun Tajika (Docon Co.,Ltd./ HRO Fellow)

2018年北海道胆振東部地震では厚真町を中心に多くの斜面変動 (slope movement=landslide) が発生した。これによる崩壊面積は明治以降わが国最大とされる (国土交通省砂防部)。また、厚真町での人的被害 (死者36名) はすべてこれによるものである。この講演ではこれらの概要を紹介し、なぜこのような規模の斜面変動が起きたのか、その地形地質条件について検討したい。また、地震による斜面変動は、およそ4kaにも厚真町付近で発生していた。古地震の指標としての地すべり堆積物についても、できれば触れたい。なお、この講演の内容の大部分は末尾文献に示した共同研究者との共同作業の成果である。また、日本地すべり学会北海道支部調査団・日本応用地質学会調査団による調査結果も含む。

斜面変動の発生した厚真町地域の山地や丘陵はNNW-SSE方向に軸をもつ褶曲した新第三紀堆積岩類から構成され、これを覆って主に西方の支笏カルデラ、恵庭岳、樽前山に由来するテフラが分布する。とくに、この地域は樽前d降下火砕物 (Ta-d; 9ka: 9ka, 以下年代は、中川ほか, 2018) の分布の主軸にあたる (古川・中川, 2010)。これらの地形地質条件を反映して斜面変動は、1) 新第三紀堆積岩類の岩盤すべり・崩落、2) 降下火砕物のスライド、3) 人工改変地のスライドに大別される。いずれも過去の内陸地震で、これまでもたびたび発生してきたタイプである。

新第三紀堆積岩類の分布地域では層面に沿って滑る岩盤並進すべり (rock block slide) や岩石崩落 (rock fall) が発生した。岩盤すべりの代表例が日高幌内川右岸、むかわ町ルベシベ川右岸などの砂岩泥岩互層・硬質泥岩の地すべりである。平取町二風谷ダムの右岸でも礫岩砂岩の並進すべりが発生した。いずれもすべり面の傾斜 (層理面) は 5° ~ 20° と緩く、多くは既存の地すべり地形やその隣接地で発生している。砂岩礫岩の急崖では、岩石崩落 (rock fall) がみられ、岩盤すべりの末端が山腹斜面に位置する場合は移動体の一部が崩落した (ルベシベ川)。なお、比較的急傾斜の流れ盤 (逆目盤) 斜面では層すべりが発生し、末端で崩落した例もある。末端で座屈が起こっていたかもしれない。

もっとも広く発生しかつ人的被害の原因となったのは、降下火砕物のスライドである。Varnesの分類ではdebris slide (またはsoil slide, 一部は-flow) であるが、ここでは成層した降下火砕物を強調するため、降下火砕物のスライドと呼ぶ。一部は流動化した。これはマントル堆積したTa-d (厚さ1~2m) とそれより後の樽前テフラ (Ta-c, -b) と黒色土壌からなる土層 (合わせて1.5~3m) が、Ta-d基底直上附近をすべり層としてスライド (すべり) したものである。Ta-dが薄い場合や下位に恵庭aテフラ (En-a: 19-21ka) などの風化火山灰土がある場合にはそれらにすべり層が形成されている。崩壊直後には崩壊面にはすべり層 (ハロイサイトを含むカスタードクリーム状粘土: 厚さ1~3cm) と流下方向に擦痕と水の流下したような跡が見られた。

Ta-dは最上位にスコリア堆積物があるが、大部分は軽石からなる。傾斜 32° 付近より緩い斜面では比較的マッシュな降下ユニットがマントル堆積しているが、それより急な斜面では逆級化構造の明瞭な崖錐堆積物 (scree) である。一般に上半部の色調は赤色~赤褐色 (赤色帯) で下半部は灰色~淡緑灰色 (灰色帯) であり、その境界は凸凹で大きく上下に変化する。境界付近は白色粘土質となっており (白色粘土帯)、ハロイサイトは白色粘土帯で多く、灰色帯にも含むが、赤色帯には認められない。その含水率は最大200%をこえ異常に大きい。地震動により、層面に平行なせん断破壊が発生、粒子の破碎が起きてすべり層が形成、間隙水圧が上昇、流動化したと考えられる (すべり面液状化: 例えば佐々, 2007)。なお、Ta-c (2ka) や江戸時代のTa-bからはハロイサイトは見つかっていない。

降下火砕物のスライドは発生場の地形によって形態や規模が違うように見える。そこで、厚真川流域の谷底低地に押し出したものについて、傾斜や崩壊斜面の形状によって5タイプ、それらの複合した2タイプを区分した。一般に地震時の斜面変動では、凸型などの不整形斜面で振動が増幅される (地形効果) ため、このような斜面での崩壊が多いが、今回はむしろ様々な谷

形の斜面が崩壊源となった。これらの斜面形は最終氷期から現在にいたる厚真川流域などの斜面の形成史を反映したものである。

想像をはるかに超えた土砂災害が発生した理由は、次のように考えられる。この地域の地形（斜面）はおよそ1万年前までに形成され（柳井，1989），その上に適度な厚さのTa-dがマントル堆積していたため全方位斜面が流れ盤となっていたこと。En-aやSpfa1はもちろんであるが，Ta-dの火山ガラスが9千年という十分な風化進行時間（井上，1996）を経て粘土鉱物化していたこと。下刻などによりテフラの下部切断等が起こっていたこと。このため，きわめて緩い斜面から平滑な急斜面まで様々な斜面でスライドが発生した。

地震による斜面変動の発生には地形地質条件だけではなく，その震源特性や伝播経路特性，ごく微小な地形などのサイト増幅特性が大きく関与する。上述の地質条件を満たしていてもスライドの発生しない斜面もある。今回の地震では新第三系の地質構造や地質分布にも規制されているように見える。例えば，背斜構造をした軽舞層の地域で崩壊が多いようにみえる。これが地下構造によるものか，軽舞層がつくる組織地形に関係するのか，課題は多い。

引用文献

- 古川隆太・中川光弘，2010，樽前火山地質図。産総研地質調査総合センター。
- 井上厚行，1996，水を媒介とした粘土鉱物の生成と変化，鉱物学雑誌，25，(4)，189-197。
- 松本和正・八木一善・三浦清一・池田晃一，2006，北海道火山灰土の物理的性質と締固め特性。土木学会第60回年次学術講演会（平成17年9月），3-509，1015-1016。
- 中川光弘・宮坂瑞穂・三浦大助・上澤真平，2018，西南北海道，石狩低地帯におけるテフラ層序学 支笏-洞爺火山地域の噴火履歴，124，473-489。
- 佐々恭二，2007，地すべりダイナミクスの発展。京都大学防災研究所年報，50-A，93-109。
- 柳井清治，1989，テフロクロノロジーによる北海道中央部山地斜面の年代解析，地形，10，1-12。

共同研究者等の発表

- 雨宮和夫・中村研・田近淳，2018，*U-P-3 北海道胆振東部地震による高速地すべり機構（速報）。日本地質学会第125年学術大会つくば特別大会講演要旨。
- 千木良雅弘・田近淳・石丸聡・鈴木毅彦，2019，2018年北海道胆振東部地震によって膨大な数の斜面崩壊が発生した理由：降下火砕物の分布，風化，斜面下部切断。http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/happyo/19/pdf/A22.pdf
- 石丸聡・廣瀬亘・川上源太郎・高橋良・加瀬善洋・興水健一・小安浩理・千木良雅弘・田近淳，2019，2018年北海道胆振東部地震における斜面崩壊の発生場，日本地球惑星科学連合大会予稿集，HDS14-01。
- 田近淳・雨宮和夫・千木良雅弘・石丸聡・金秀俊・小池明夫・木崎健治・山根幹生，2019，2018年北海道胆振東部地震による降下火砕物の地すべりの形態と被害，日本地球惑星科学連合大会予稿集，HDS14-02。
- 田近淳・雨宮和夫・永田秀尚，2018a，胆振東部地震現地調査速報。日本地すべり学会 HP。https://japan.landslide-soc.org/Reports/DisasterReports/2018/IburiTobu1.pdf
- 田近淳・雨宮和夫・中村研・坪山厚美・金秀俊・人見美哉・富岡敬・後藤和則・木崎健治・山根幹生，2018b，U-P-2 北海道胆振東部地震による斜面変動のタイプと発生場の地形地質（速報）。日本地質学会第125年学術大会つくば特別大会講演要旨。
- 田近淳・乾哲也，2019，ランドスライドから見た北海道厚真町の古地震。日本地球惑星科学連合大会予稿集，SSS15-P01。
- 戸田英明・富岡敬・西塚大，2019，日高幌内川岩盤すべりのすべり面調査。平成31年度日本地すべり学会北海道支部・北海道地すべり学会特別講演および研究発表会予稿集，51-54。