

8 ロッキー山脈中の Slumgullion earth flow について

○横田修一郎（島根大・総合理工学部）

野崎 保（野崎技術士事務所）

1. はじめに

アメリカ合衆国 Colorado 州にある Slumgullion earth flow は、19 世紀からその存在が知られ、様々な研究がなされてきた地すべりである。標高 3,500m というロッキー山脈中の高所（図-1）にあるが、筆者らは最近合衆国地質調査所の方々の案内で現地を見学する機会を得た。この地すべりは Varnes の分類¹⁾における earth flow の典型であり、現在も年間数メートルの速度で“流れている”。わが国の地すべりと違って、植生の少なさから移動に伴う現象はわかりやすい。ここでは現地で観察した地すべり現象の特徴をわが国でのそれらとの比較という点で報告したい。

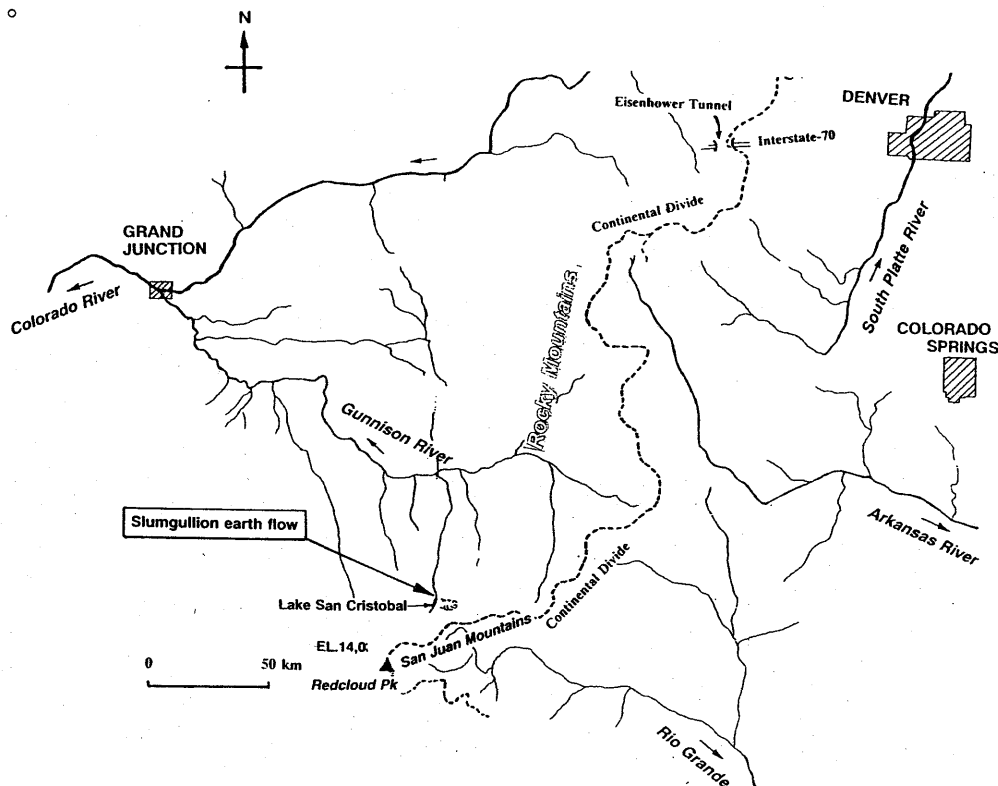


図-1 ロッキー山脈中の Slumgullion earth flow の位置。
波線は大陸分水界（continental divide）

2. Slumgullion earth flow の特徴

Slumgullion earth flow はデンバー市の南西約 400km にあり、ロッキー山脈を構成する San Juan Mountains の北西側斜面に位置する。ここでは大陸分水界から太平洋側に Colorado 川水系 Gunnison 川が流下するが、その最上流域の標高 2,800m から

3,500m 付近に地すべり地がある。

地すべり頭部の滑落崖は Uncompahgre-San Juan 複合カルデラの東縁部に相当する。ここには新第三紀の熱水変質した様々な火山岩類が高さ約 200m にわたって露出しており、急崖からは常時落石が起きている。これより下流の標高 2,800m 付近までの標高差約 700m が地すべりの移動部であり、これは Gunnison 川の左支流である Slumgullion Creek に沿って細長く広がっている (図-2)。地すべり移動部の延長は約 6.8km, 体積は約 $170 \times 10^6 \text{ m}^3$ と推定されている²⁾。平面的にみると、幅は 300 ~ 400m であるが、中流部では幅 160m 前後と狭くなっている。移動物質は火山岩類の角礫を含んだ黄褐色の砂が主体である。部分的には粒子のさらに細かいところもあり、凹地には水たまりが形成されている。

延長 6.8km の大半はすでに運動を休止しており、活動している部分 (図-2 の Active landslide) は延長約 3.9km, 体積約 $20 \times 10^6 \text{ m}^3$ にすぎない²⁾。活動部は休止部の上を覆うようにして上流から流れており、その先端 (toe) は地形的に明瞭で、急崖の存在は先端が常に前進しつつあることを裏付けている。

一方、Gunnison 川に沿って細長い San Cristobal 湖が存在するが、これは当地すべりからの移動土砂による堰き止め湖と考えられている。この堰き止めは C¹⁴ 法および木の年輪から約 700 年前と推定されている²⁾。もちろん、すでに休止した部分である。

現在活動している移動体では各部分の詳細な移動速度が写真測量によって求められている。全体として 0.5-5.5m/年で移動しており、なかでもネック部分では 5.5m/年という極めて大きな速度となっている³⁾。このように大きな移動速度によって、様々な横ずれ断層や陥没地などの表層構造が明瞭に現れている。活動部と休止部との間は地形的にも明瞭であり、現地に行くと図-3 のようにエッシェロン状のクラックが認められる。

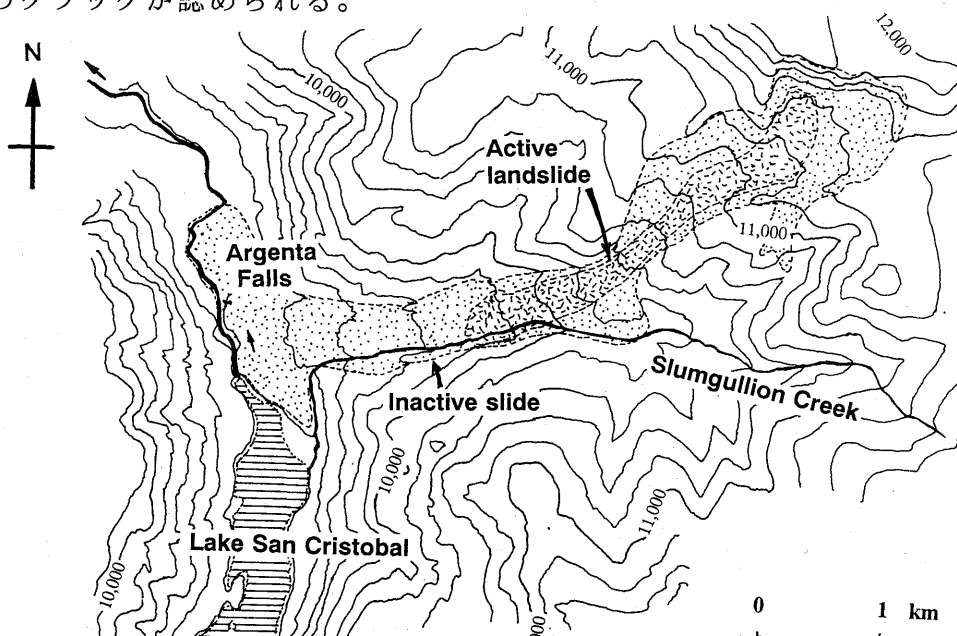


図-2 Slumgullion earth flow の地形的位置。等高線の単位は feet。

かつての地すべりが Gunnison 川を堰き止めて San Cristobal 湖が形成された。

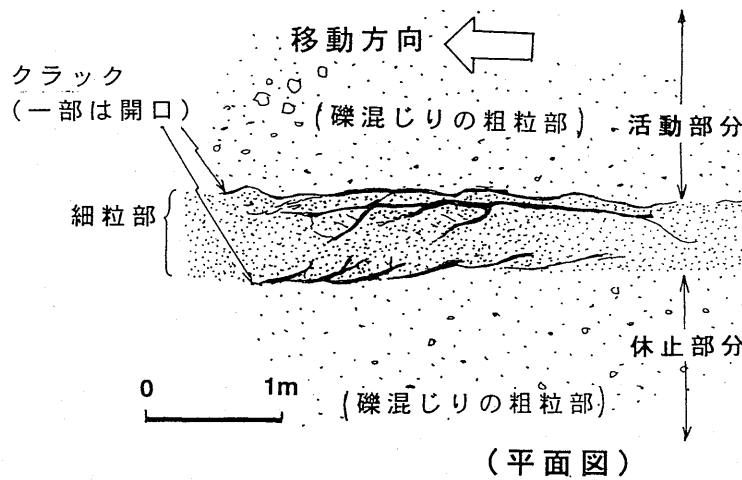


図-3 活動休止部と活動部との間に見られるエシェロン状引っ張り割れ目。

3. どのような調査を行っているか？

土砂状の物質が大きい速度で移動しているこの地すべりで、どのような調査が行われているかは興味深い。1996年の報告書⁴⁾に基づけば、調査・研究内容は実に多彩で、以下のものが行われている。滑落崖に露出している火山岩類の変質、地すべり堆積物の年代測定、移動に伴う堆積物の変形構造、変形のモデル化、移動速度を捉えるための写真測量、地すべり移動に伴う微小地震観測、三角測量、GPS測量、土質試験、弾性波探査などである。ただし、ボーリング調査はほとんど行われておらず、あくまで移動体の形状と速度の把握が主体のようである。空中写真撮影は1985年に1:12,000のスケールで、1990年には1:14,000および1:6,000で行われている。Gunnison川本流にいつ到達するか？ 流下速度は急に大きくはならないか？などが防災の上から大きな課題であるからである。

4. わが国でのそのような例

わが国の地すべりのなかで形態的・運動様式的に類似したものは、この規模では少ないが、長野県志賀高原の落合地すべり等はその代表として挙げられよう。ここでは標高差約600mにわたって火山噴出物が移動し、末端では崩壊が生じている⁵⁾。火山噴出物が堆積物の主体であることがこれらの共通点であろう。ただし、気候条件、とくに降水量の違いは移動速度に大きな違いをもたらしていると考えられる。Slumgullion earth flowの地域では降水量はせいぜい400mm/年にすぎず、しかも標高が高いことを考えれば、わが国の大部分の地域の地すべりと性格を異にするのは当然であろう。たとえば、わが国でこのようなものが存在すれば豪雨時に土石流として容易に流出してしまうであろう。したがって、逆にそのような諸条件の違い解析していくことによって地すべり抑制工の有効性に関する情報が得られるという期待もある。

ここで用いられた調査・解析手法にはとくに目新しいものはないが、技術的な精度さえ向上すれば、わが国の緩慢な地すべりでも有効であろう。また、ボーリングによるすべり面の深度のみを重視するのと違って、このような移動形態の徹底的な把握も地すべり調査の1つとして参考となる。

文 献

- 1) Varnes,D.J. (1978) : Slope movements -types and processes, *In Schuster,R.L. and Krizek,R.J. eds., Landslides Analysis and Control, Transport Res. Board, Spec. Rep., No.176, pp.11-33.*
- 2) Parise,M. and Guzzi R. (1992) : Volume and shape of the active and inactive parts of the Slumgullion landslide, Hinsdale County, Colorado: *U.S. Geological Survey Open-File Report, 92-216, 29p.*
- 3) Braum R.L. and RobertW.F.(1996) : Kinematic studies of the Slumgullion Landslide, Hinsdale County, Colorado, *U.S.Geological Survey Bulletin, No.2130, pp.9-12.*
- 4) Varnes,D.J. and Savage, W.Z.(1996) : The Slumgullion Earth Flow : A Large-scale natural laboratory, *U.S.Geological Survey Bulletin, No.2130, 95p.*
- 5) Nozaki,T., Miyazawa, M., Uchida, M. and Okada Y.(1994) : Earthflow induced by snow load in Nagano Prefecture, Central Japan, *The Proceeding of the 7th IAEG Congress, 1431-1439.*