

5. テフラを用いた四国山地に分布する地すべりの編年

Tephrochronological ages estimate of landslides in Shikoku Mountains.

西山賢一（徳島大学総合科学部）・北村真一（株ニュージェック）

・山崎健太（三浦工業株）・伊藤嘉将（中央発條株）

Ken-ichi NISHIYAMA (Tokushima Univ.), Shin-ichi KITAMURA (NEWJEC Inc.),

Kenta YAMAZAKI (Miura Co. Ltd.) and Yoshimasa Itoh (Chuo Spring Co. Ltd)

1. はじめに

日本各地に分布する地すべり地形において、過去の活動履歴を把握することは、長期的な地すべりの安定性評価にとって重要な課題のひとつといえる。しかし、歴史時代に活動履歴を持つ地すべり以外では、移動体に含まれる材を用いた年代測定等の方法が適用できる場合を除き、その検討は一般に困難である。一方、日本各地には第四紀後期の指標テフラが数多く分布しており、地すべり移動体を覆うこれらのテフラを用いた編年を行うことで、地すべりの活動履歴を検討できる可能性がある。最近、地すべり移動体を被覆するテフラを用いた地すべりの編年がいくつか行われている^{1)~6)}。そこで今回、四国東部の山地斜面に分布する複数の地すべり地形を対象として、地すべり移動体上に含まれるテフラの対比を行い、地すべりの活動履歴について検討を行った。

2. 分布が予想されるテフラとその堆積状態

四国東部に分布することが予想される後期更新世～完新世のテフラは以下の4枚である⁷⁾。上位より、K-Ah（鬼界アカホヤ、7.3 ka、厚さ20～30cm）、U-Oki（鬱陵隠岐、10.7 ka、厚さ数cm）、三瓶浮布（SUk、20～21 ka、厚さ数cm）、AT（始良 Tn、26～29 ka、厚さ30～40cm）である（kaは1,000年）。これらのテフラは、沖積層中もしくは段丘上などでいくつか見いだされている⁷⁾ほか、地すべり移動体上の湿地堆積物⁸⁾や、斜面の崖錐堆積物中⁹⁾からも確認されている。しかしながら、山地の斜面にはテフラはほとんど残存していない⁷⁾。これは、テフラ降下後の表層崩壊などによる削剥が進行していることを示す。一般の山地斜面での表層崩壊の発生頻度（間隔）は、およそ $10^3 \sim 10^4$ 年のオーダーと考えられている¹⁰⁾ことから、7.3 kaのK-Ahであっても、崖錐堆積物を除く山地斜面表層部に純層として保存されることはまれと考えられる。

ところで、地すべり移動体上には、しばしば傾斜数°程度の平坦面が認められ、その中には孤立した小丘が存在することもある。山地斜面と異なり、この種の平坦面上には、地すべり移動・定置後に降下したテフラが保存されていると推定される。平坦面上に形成された土層が角礫などを含まず、整然と累積している場合には、テフラ降下後の斜面変動が生じていないことを示す。土層中に複数のテフラが累積している場合、地すべり移動体の定置年代は、土層最下位のテフラ降下以前となる。また、分布が予想されるテフラが存在しない場合、そのテフラの降下後に、地すべり移動などによりテフラが削剥されたことを示す。一方、テフラ起源の火山ガラスが基盤岩起源の角礫などとともに土層中に混在する場合、テフラ降下後に地すべり移動があった可能性が考えられる。すなわち、地すべり移動体の定置後に上位を整然と被覆したテフラと、その後の地すべり再移動による基盤岩起源の角礫との混在が生じたことを示す。以上のようなテフラの堆積状況を把握することで、地すべり移動体の定置時期、ならびにその後の斜面変動の有無・程度を、ある程度推定することができると考えられる。

3. 調査地域・調査方法

対象とした地すべりは、四国山地東部の徳島県内に分布する高根（秩父帯のチャート）、東大久保・中尾山（御荷鉾帯の緑色岩）、ならびに讃岐山脈の太刀野・入倉（和泉層群の砂岩・泥岩）の5箇所である（図1）。これらの地すべり移動体上には、100m四方程度のほぼ平坦な部分（傾斜は数°程度）

が認められる。テフラの堆積ならびに地すべり移動プロセスを検討するため、地すべり移動体の平坦部でのハンドオーガー掘削(計10箇所)・簡易貫入試験(計6箇所),ならびに周辺の露頭調査により、地すべり移動体を被覆する土層の厚さを把握するとともに、ハンドオーガーで土層試料を採取した。ハンドオーガーは、礫などに当たって掘進不能になるまで掘削した。採取した土層試料は、地表付近の腐植土層より下位の層準を10~20cm間隔で洗浄して鏡下観察を行い、岩石記載的特徴を把握するとともに、火山ガラスの屈折率測定を行った(計11試料)。屈折率測定は、株式会社古澤地質および香川県立丸亀高校の川村教一博士に依頼し、温度可変型屈折率測定装置(MAIOT)により、火山ガラス20粒子を対象として行った。土層の記載ならびに屈折率測定結果の一部(高根・東大久保・中尾山)は、北村ほか^{11),12)}に示した。

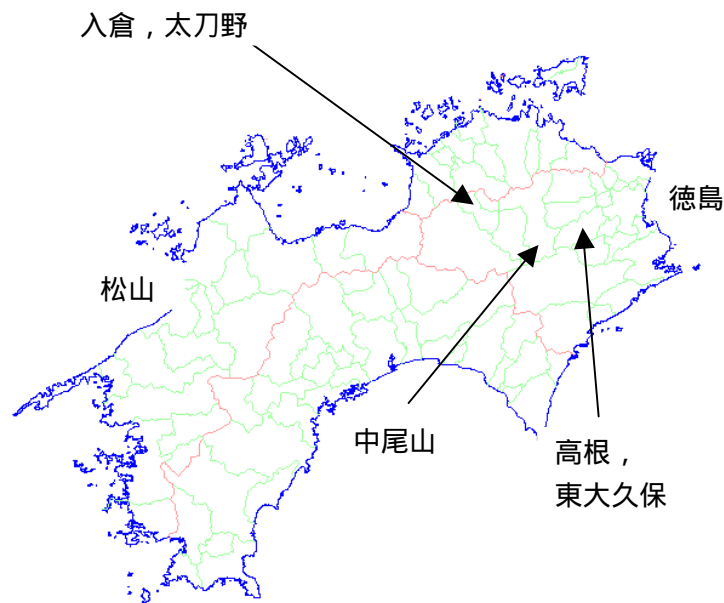


図1 対象とした地すべりの位置

4. テフラの対比・土層中の分布形態

ハンドオーガー掘削・簡易貫入試験ならびにのり面観察に基づく地すべり移動体を被覆する土層の記載結果を表1に示す。土層はいずれも地表付近に植物根を多く混入する厚さ10~30cm程度の腐植土層を伴い、その下位に褐色の土層が分布する。腐植土層を含めた土層の厚さは地すべりによって異なり、0.6~3.5m以上に及ぶ。腐植土層は表層部のみに限られ、土層の中~下部には存在しない。従って、一旦形成された表層の腐植土層が埋没したり、土層全体が逆転したりといった大きな斜面変動を受けておらず、比較的整然と累積した土層と考えられる。

褐色の土層に含まれる火山ガラスの屈折率測定の結果、土層の上位から、K-Ah(7.3ka), U-Ok(10.7ka), およびAT(26~29ka)が含まれていることが判明した。いずれも、地表からの深度0.5~1m付近に、K-Ah起源の火山ガラスが最も多く含まれており、この付近がK-Ahの降灰層準と考えられる。これより下位の土層中には、U-OkやAT起源の火山ガラスが含まれるとともに、K-Ahの降灰層準付近にもAT起源の火山ガラスが混入している。また、土層中に含まれる火山ガラスの量は、地すべりごとに大きな差が認められ、バブルウォール型火山ガラス(K-Ah)含有率が60~90%を占めるガラス質火山灰を主体とする場合(中尾山と入倉。入倉については図2に示す)と、バブルウォール型火山ガラス含有率が30%以下で、基盤岩由来の角礫を多く含む二次的な堆積物からなる場合(高根, 東大久保, 太刀野)とがある。この含有状態の差は、テフラ堆積後の斜面移動の程度を反映すると考えられる。

表1 調査した地すべりを覆う土層とテフラ

地すべり	基盤岩	露頭種類	土層厚さ	掘削箇所数	確認テフラ	火山ガラス (K-Ah) 含有率
高根	チャート (秩父帯)	オーガー	350cm 以上	3	K-Ah, AT	30% 以下
東大久保	緑色岩 (御荷鉾帯)	オーガー	260cm	1	K-Ah	25% 以下
中尾山	緑色岩 (御荷鉾帯)	オーガー	60 ~ 310cm	5	K-Ah, U-Ok, AT	60 ~ 75%
太刀野	砂岩・泥岩 (和泉層群)	オーガーおよびのり面	120cm 以上	1	K-Ah, AT	10% 以下
入倉	砂岩・泥岩 (和泉層群)	のり面	130cm	露頭	K-Ah	90%

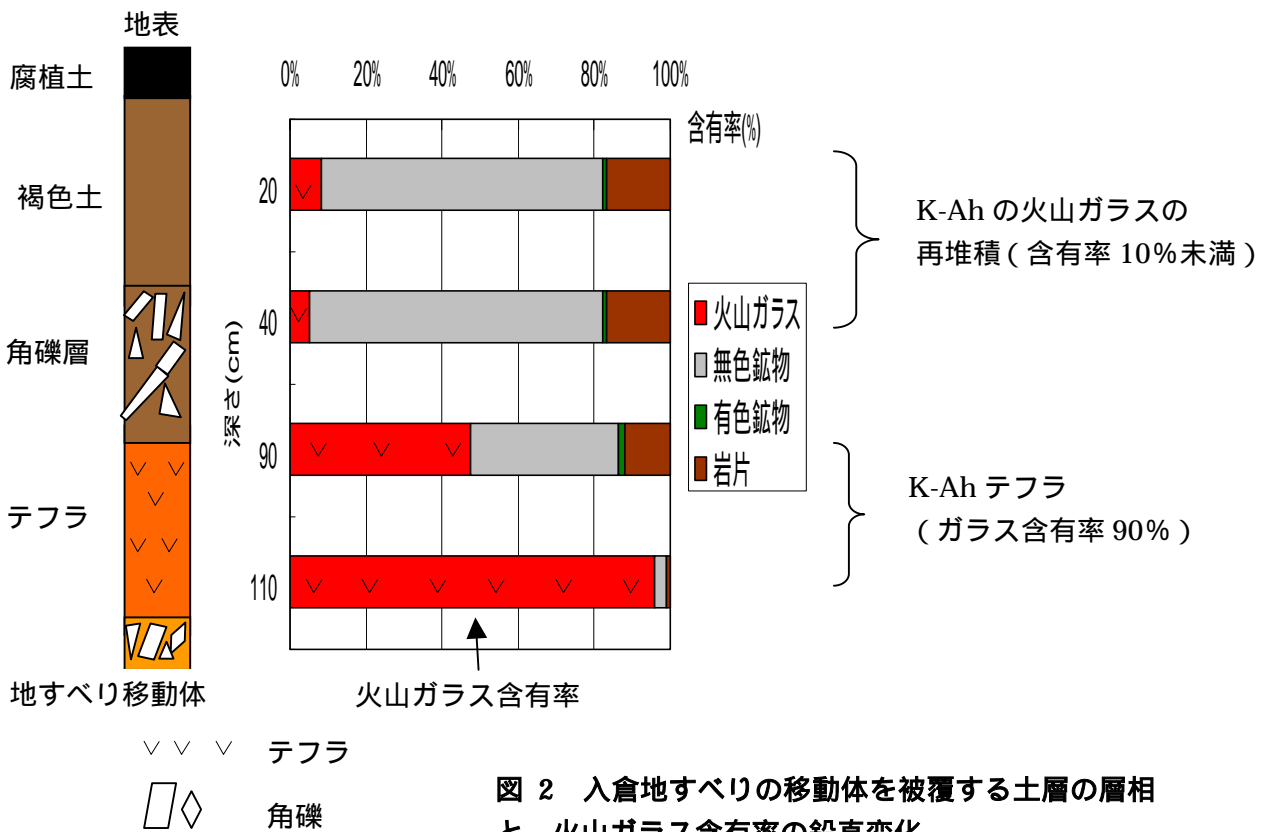


図2 入倉地すべりの移動体を被覆する土層の層相と、火山ガラス含有率の鉛直変化

5. テフラの含有状態に基づく地すべりの活動履歴

上述のように、地すべり土塊のほぼ平坦な移動体上にも関わらず、テフラが乱された角礫混じりの二次的な堆積物となっている場合、テフラ降下後の継続的な地すべり移動による土層の混在化を示唆するとともに、混在化の程度は地すべり移動の程度を反映すると考えられる。すなわち、高根・東大久保・太刀野の各地すべりは、土層中に含まれる火山ガラス (K-Ah) の含有量がほぼ 30% 以下で、全般に角礫質の土層からなることから、K-Ah 降下後も地すべり移動体が継続的に移動を続けていたことを示唆する。これに対し、中尾山地すべりでは、火山ガラス (K-Ah) 含有量が 60 ~ 75% を占めており、K-Ah 降下後の地すべり移動が相対的に不活発で、土層の混在化があまり進行していないことを示唆する。さらに、地すべり移動体が、厚さ約 30cm の K-Ah に直接覆われる地すべり移動体も存

在する(入倉, 図2)。この K-Ah は角礫を含まず, 火山ガラス含有量が最大で 90%にも達することから, K-Ah 降下後の二次的な移動・土層の混在化がほとんど生じていないと考えられる。すなわち, 入倉地すべりでは, K-Ah 降下以降の約 7,300 年間における地すべり移動がほとんど生じていないと考えられる。この露頭で K-Ah が理想的に保存されたのは, テフラの堆積後に, 上位を薄い崖錐堆積物に被覆されたことも寄与したと解される。

以上のように, ほぼ平坦な上面をなす地すべり移動体を被覆する土層に含まれるテフラ(特に K-Ah)の含有状態は, 過去数千年間の地すべり活動履歴を検討する資料の一つとなりうると考えられる。ただし, テフラを含む土層の混在化は, テフラ降下後の地すべり移動だけが原因とは限らず, 表層の土壌クリープによる混在化や, 表層崩壊による削剥・移動も当然考え得る。これまでに, テフラを用いた斜面堆積物の編年がいくつか試みられているものの, その例はまだ少ない¹³⁾⁻¹⁶⁾。今後は, テフラを含む斜面表層の土層の形成・削剥プロセスについて, より詳細な検討を行う必要がある。

文献

- 1) 鬼頭伸治・岩松 暉(1995): テフラを用いた南九州日向帯における地すべりの発生年代区分。日本応用地質学会平成 8 年度研究発表会講演論文集, pp. 233-236。
- 2) 植木岳雪(2001): 長野県北部八坂村相川周辺の地すべり地形の形成時期: 大規模な尾根移動型地すべりの発生とそのテクトニックな意義。第四紀研究, Vol. 40-5, pp. 393-402。
- 3) 植木岳雪(2004): 長野県北部, 切久保地すべりの後期更新世以降の活動履歴。日本地すべり学会誌, Vol. 41-2, pp. 66-69。
- 4) 植木岳雪(2005): テフロクロノロジーによる徳島県西部, 中内地すべりの発生時期の推定。日本地すべり学会誌, Vol. 42-3, pp. 19-23。
- 5) 渡部寿郎・八木浩司(2003): 白神山地東部・湯ノ沢川上流域におけるテフロクロノロジーからみた最終氷期以降の地すべり地形発達。季刊地理学, Vol. 55, pp. 122-131。
- 6) 八木浩司・牧田 肇・斎藤宗勝・八木令子(2001): 青森県・白神山地追良瀬川左岸中ノ沢すべりの形成年代 - 地すべり凹地堆積物の放射性炭素年代とテフラ - 。日本地すべり学会誌, Vol. 38-2, pp. 41-43。
- 7) 町田 洋・新井房夫(2003): 新編 火山灰アトラス。東京大学出版会, 336p。
- 8) 富田 守・市原 健・上野将司・水野敏実(2000): 和泉層群中における古期大規模地すべり地形の形成過程。日本応用地質学会中国四国支部平成 12 年度研究発表会発表論文集, pp. 29-32。
- 9) 町田 洋(1996): 四国南西部における始良 Tn テフラと鬼界アカホヤテフラ。第四紀露頭集, 日本第四紀学会, pp. 20。
- 10) 飯田智之(1996): 土層深頻度分布からみた崩壊確率。地形, Vol. 17, pp. 69-88
- 11) 北村真一・西山賢一・川村教一(2008): テフロクロノロジーによる徳島県神山町の高根地すべり, 東大久保地すべりの発生時期の推定。徳島大学総合科学部自然科学研究, Vol. 22, pp. 1-11。
- 12) 北村真一・西山賢一・川村教一(2008): テフロクロノロジーによる徳島県中部, 中尾山地すべりの発生時期の推定。日本応用地質学会平成 20 年度研究発表会講演論文集, pp.5-6。
- 13) 竹下敬司(1985): 森林山地での土層の生成を考慮した急斜面の生成過程に関する考察, 地形, Vol. 6, pp. 317-332。
- 14) 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, Vol. 10, pp. 1-12。
- 15) 吉永秀一郎・小岩直人(1996): 森林山地における更新世末期から完新世初頭にかけての斜面変化, 地形, Vol. 17, pp. 285-307。
- 16) 吉木岳哉(2000): 栃木県喜連川丘陵における遷急線に基づく谷壁斜面の分類と編年, 地理学評論, Vol. 73, pp. 637-659。