



古文書記録のある歴史時代（6世紀）以前に生じた地すべりの発生年代を推定するには、どのような方法がありますか。



地すべり移動体に取り込まれた木片などを用いた¹⁴C年代測定や、地すべり移動体を覆うテフラ（火山灰や軽石など）の対比を行って地すべりの発生年代を推定する方法があります。また、地すべりは発生後、しだいに移動体に谷が刻まれて開析されていくため、移動体の地形的な開析程度から年代を推定する方法もあります。

（1）はじめに

日本のような湿潤変動帯では、主として豪雨や地震による斜面崩壊や地すべりにより山地斜面が削剥されており、これが長期的な地形変化の主な原因と見なされています。したがって、地すべりの発生年代や発生頻度を推定することは、土砂災害の防災・減災や、斜面の土地利用といった面で重要性が大きいといえます。このことは、「崩壊の免疫性」の観点から、古くから注目されてきました¹⁾。免疫性の原因は、崩壊発生予知の問題と深く関係して重要ですが、免疫性の原理が明確に述べられていなかったため、その点があいまいなまま、最近に至るまで引用されてきた経緯と問題点についての指摘もあります²⁾。

1980年代以降、¹⁴C年代測定やテフクロノロジー^{注)}を適用し、10¹～10⁴年のオーダーにまたがる地すべりの発生年代や活動履歴の推定が進められてきました³⁾。これまでに日本各地で行われてきた地すべりの発生年代推定に関する研究はすでに整理されていますが⁴⁾、そのうち、破碎帯地すべりと呼ばれることが多い四国地方の地すべりを対象としたものを中心に、表-1に整理します^{5)～20)}。

表-1 四国地方における地すべりの発生年代推定結果

文献名	地 域	地 質	推定方法	発生年代
岡林ほか(1978)	四国山地	三波川変成岩類・御荷鉢緑色岩類	木片の ¹⁴ C年代	三波川:0.9万年, 御荷鉢:3.3万年
長谷川ほか(1982)	四国山地	三波川変成岩類	木片の ¹⁴ C年代	約0.2万年前
吉松ほか(1983)	四国山地	御荷鉢緑色岩類	木片の ¹⁴ C年代	約3.3万年前
藤田(1990)	四国山地	三波川変成岩類	木片の ¹⁴ C年代	約1.4万年前
檜垣(1992)	四国山地	黒瀬川帯	木片の ¹⁴ C年代および古文書	平安時代
守随(1994)	四国山地	三波川変成岩類	木片の ¹⁴ C年代	約1.5万年前
田中ほか(2000)	讃岐山脈	白亜系和泉層群	木片の ¹⁴ C年代	約0.7万年以降
富田ほか(2000)	讃岐山脈	白亜系和泉層群	木片の ¹⁴ C年代とテフラ	約4.6万年前
夕郎・岡村(2001)	四国山地	御荷鉢帯火山岩類・秩父帯堆積岩類	木片の ¹⁴ C年代	御荷鉢帯:約2.1万年前, 秩父帯:完新世
植木(2005)	四国山地	黒瀬川帯花崗岩類	テフラ	約2.9万～0.73万年間
西山ほか(2009)	四国山地	白亜系和泉層群	テフラ	約2.9万～0.73万年間
西山ほか(2011)	四国山地	三波川変成岩類	テフラ	約0.73万年以降
植木(2013)	四国山地	四万十帯付加体堆積岩類	腐植物の ¹⁴ C年代とテフラ	約2.9万年前
西山・北村(2015)	四国山地	御荷鉢帯火山岩類・三波川変成岩類	テフラ	後期更新世～完新世
木下ほか(2016)	四国山地	三波川帯変成岩	テフラ	約3.2万年前
井上・秋山(2016)	四国室戸半島	四万十帯付加体堆積岩類	古文書	1707年宝永地震

注) テフクロノロジー：テフラを用いて地層や地形の編年を行う学問分野のこと

(2) ^{14}C 年代測定による地すべり発生年代

地すべり移動体中または移動体上の凹地などには、木片や腐植層など、 ^{14}C 年代測定を行うことのできる試料がしばしば見出されます。これらの年代測定により、地すべり発生年代を推定することができます。 ^{14}C 年代の測定法は、近年では AMS（加速器質量分析法）を用いた測定が主となっています。 ^{14}C 年代測定は、かつては得られる ^{14}C 年代 (yBP または yrsBP) をそのまま用いていましたが、最近では暦年に較正した年代 (cal BP または ka cal BP、ka は 1,000 年) を用いることが一般的です。較正暦年では西暦表記 (AD/BC) も可能で、その場合は cal AD/BC と表されます。

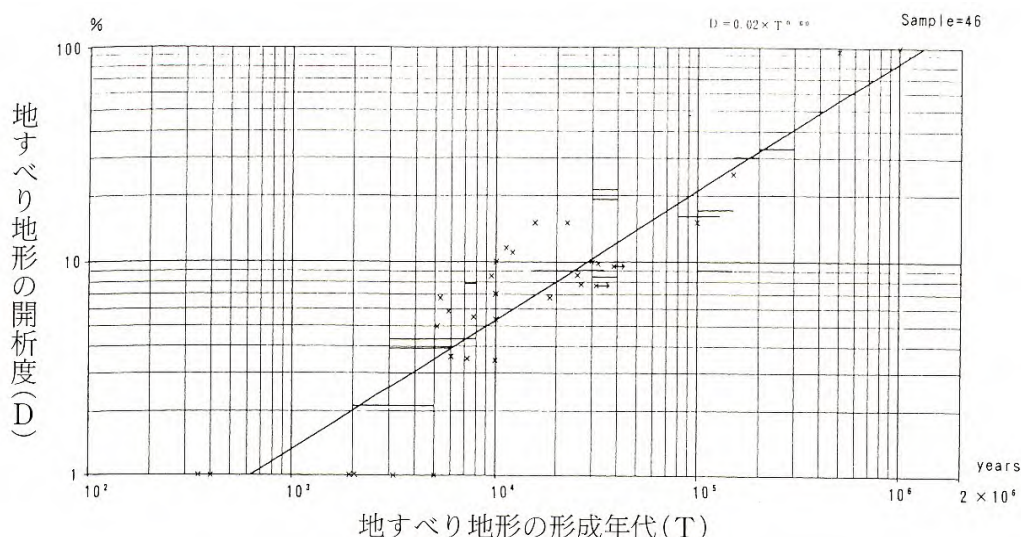
なお、地すべり移動体における ^{14}C 測定値には、以下の注意が必要です。地すべり移動と同時に枯死した木片であれば、測定値≒地すべり発生年代と仮定できますが、地すべり発生前に枯死していた木片や、地すべり発生前に形成されていた腐植層・古土壌が移動体に取り込まれた場合、その測定値よりも新しい時期に地すべりが発生したことを示します。さらに、地すべり移動体の停止後に生成した腐植層・古土壌を測定した場合、測定値より古い時期に地すべりが発生したことになります。

(3) テフクロロジーによる地すべり発生年代

地すべり移動体を覆う、または地すべり移動体中に含まれるテフラを用いることで、地すべり発生年代を推定することができます。中国四国の場合、0.73 ka cal BP の K-Ah（鬼界アカホヤ）、3.0 ka cal BP の AT（始良 Tn）を用いた研究が主ですが、中国地方では、三瓶山や大山のテフラを用いることもできそうです。ただし、テフラによる編年が高精度で進められてきた段丘面と異なり、侵食営力が卓越する山地斜面におけるテフラの保存状態は一般に悪い傾向があります。これらのテフラは、堆積後、斜面では侵食・削剝を受け、谷底部ではそれらの二次的な堆積が進行するとともに、地すべり移動体の上などでは、間欠的な地すべり移動に伴う種々の変形を受けることが予想されます²¹⁾。現在のところ、山地斜面におけるテフラの堆積・保存過程の検討例は少ないため、今後の詳細な検討が必要といえます^{22)、23)}。

(4) 地形開析程度による地すべり発生年代

地すべり形成年代が分かっている地すべりと、地すべり移動体の開析度（移動体に占める谷地形の面積の比率）の関係から、地すべり地形の開析程度を推定した研究があります（図-1）^{24) 25)}。その結果、地すべり発生から 1 万年で 5 %程度、10 万年で 20%程度の開析が進行し、約 100 万年で地すべり地形はほぼ消失すると推定しました²⁵⁾。さらに、その研究に事例を追加して検討した研究でも、地すべり形成年代と開析度の関係の再現性を確認しています²⁶⁾。これらの研究に基づけば、地すべり地形の形成年代が古くなるほど地形的な開析が進行し、地すべり移動体の抽出が困難になることを示しています。この結果に基づき、地すべりの発生から安定化までの長期的な地形変化や安全率の変化を推定する研究もなされました²⁷⁾。



地すべり地形の形成年代 (T) と地すべり地形の開析度には、
 $D=0.02T^{0.6}$ の関係がある。

開析度 (D) = 開析谷の面積 (S_1) / 地すべり土塊の面積 (S_2)

図-1 地すべり地形の形成年代と開析度との関係²⁴⁾

(5) 地すべり発生時期の特徴

表-1 では ^{14}C 年代測定の測定限界である約 5 万年以降を示す推定結果が多い結果となっています。一方、歴史時代に発生した地すべりの場合、古文書の記録との対応を検討した研究もあります。全体としてみると、最終氷期後期（約 3 万～1 万年前）～完新世（1. 17 万年以降）にかけて活動した地すべりが多いといえます。最終氷期から完新世にかけての気候変動と地すべり発生との関連性に関する議論も一部ではなされましたが、両者の関連性は必ずしも明確ではありません²⁸⁾。

【引用文献】

- 1) 小出博 (1973) : 日本の国土, 東京大学出版会, pp. 417-541.
- 2) 今村遼平 (2007) : 山地災害の『免疫性』について, 応用地質, Vol. 48, pp. 132-140.
- 3) 高田将志・檜垣大助・柳田誠 (2000) : 地すべりの年代測定. 第 39 回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp. 599-602.
- 4) 西山賢一 (2016) 地すべりの発生年代に関する既存の研究. らんどすらいど (日本地すべり学会関西支部会報), No. 32, pp. 27-31.
- 5) 岡林直英・栃木省二・鈴木堯士・中村三郎・井上公夫 (1978) : 高知県中央部の地形, 地質と土砂災害との関係(1). 日本地すべり学会誌, Vol. 15, pp. 3-10.
- 6) 長谷川修一・永峰良則・川上祐史 (1982) : 愛媛県加茂川流域の地すべりの発生年代. 日本応用地質学会昭和 57 年度シンポジウム及び研究発表会予稿集, pp. 86-89.
- 7) 吉松弘行・福井義隆・白石吉信 (1983) : 下地蔵寺, 怒田地すべりから見た御荷鉾緑色岩地帯の地すべりの特性について. 日本地すべり学会誌, Vol. 19, pp. 19-26.
- 8) 藤田崇 (1990) : 地すべり. 共立出版, pp. 17-18.
- 9) 檜垣大助 (1992) : 長者地すべり地における地すべり斜面の変遷過程. 日本地すべり学会

誌, Vol. 29, pp. 12-19.

- 10) 守随治雄 (1994) : 善徳地すべりの地形・地質・地すべり面について. 日本地すべり学会関西支部現地討論会 結晶片岩地すべりの調査と対策－善徳地すべりを対象にして－, pp. 35-97.
- 11) 田中秀実・檜晋一郎・長谷川修一・原口強 (2000) : 破碎帯埋積地すべり堆積物の特徴ならびにその滑落方向に基づく活断層横ずれ変位量の推定－四国中部中央構造線船戸地域の例－. 地質学雑誌, Vol. 106, pp. 385-396.
- 12) 富田守・市原健・上野将司・水野敏実 (2000) : 和泉層群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, 29-32.
- 13) 夕部雅丈・岡村眞 (2001) : 御荷鉾緑色岩類帯の大規模地すべり－蔭地すべりの変遷過程－. 日本地すべり学会誌, Vol. 37, pp. 74-81.
- 14) 植木岳雪 (2005) : テフ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, pp. 19-23.
- 15) 西山賢一・石田啓祐・中尾賢一・辻野泰之・森永宏・森江孝志・橋本寿夫・伊藤嘉将・山崎健太 (2009) : 美馬市美馬町の地質と古生物－和泉層群, 鮮新～更新統, ならびに地すべり地形－. 阿波学会紀要, No. 55, pp. 1-12.
- 16) 西山賢一・元山茂樹・石田啓祐・橋本寿夫・中尾賢一・阿部肇・辻野泰之・小澤大成 (2011) : つるぎ町一字地域の地質・岩石・地すべり地形. 阿波学会紀要, No. 57, pp. 1-9.
- 17) 植木岳雪 (2013) : 徳島県南部, 大木屋崩壊地の地形・堆積物の特徴と形成時期の推定, 地質調査研究報告, No. 64, pp. 213-219.
- 18) 西山賢一・北村真一 (2015) : 徳島県剣山東方地域に分布する地すべり地形の形成年代. らんどすらいど (日本地すべり学会関西支部会報), No. 31, pp. 20-40.
- 19) 木下博久・山田琢哉・藤本耕次・林孝標・平澤良輔・高川智・尾嶋百合香 (2016) : 広域テフラから見た大規模地すべりの発生時期に関する考察－四国三波川帯「つえ谷地区」を例に－. 第 55 回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp. 91-92.
- 20) 井上公夫・秋山晋二 (2016) : 宝永地震 (1707) とその後の豪雨による大規模地すべり事例－特に, 高知県東洋町名留川の巨大地すべり性崩壊と土石流の事例調査－. 第 55 回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp. 197-198.
- 21) 西山賢一・北村真一・長岡信治・鈴木恵三・高谷精二 (2011) : 2005 年台風 14 号豪雨で発生した宮崎県槻之河内地すべりの活動履歴, 日本地すべり学会誌, Vol. 48, pp. 39-44.
- 22) 田村俊和・三浦修 (1971) : 北上山地北縁地域の斜面堆積物. 第四紀研究, Vol. 10, pp. 21-30.
- 23) 檜垣大助 (1987) : 北上山地中部の斜面物質移動期と斜面形成, 第四紀研究, Vol. 26, pp. 27-45.
- 24) 柳田誠・長谷川修一 (1993) : 地すべり地形の開析度と形成年代との関係. 日本地すべり学会「地すべりの機構と対策に関するシンポジウム」論文集, pp. 9-16.
- 25) 柳田誠・長谷川修一 (2000) : 地すべり地形の年齢－地すべり地形の形成から消失するまでの時間－. 第 39 回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp. 591-594.
- 26) 菅原大介・大西耕造・西坂直樹・柳田誠・長谷川修一 (2016) : 地すべり形成年代と地

形開析の関連性. 第 55 回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp. 136-137.

27) 稲垣秀輝・小坂英輝・大久保拓郎 (2007) : 四国, 中央構造線沿いの地すべりの発生と安定化. 日本地すべり学会誌, Vol. 44, pp. 241-247.

29) 大西吉一・寺川俊浩・西田彰一 (1984) : ^{14}C 測定値からの地すべり多発期について. 第 23 回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp. 64-67.

(回答者 西山 賢一)