

崩壊地における土壌と堆積物の年代比較 —岩国市における事例—

宮本 新平¹⁾³⁾・太田 岳洋¹⁾・辻 智大¹⁾・竹田 拓己¹⁾・黒木 貴一²⁾・森川 寛之³⁾

¹⁾山口大学大学院創成科学研究科, ²⁾関西大学文学部, ³⁾中電技術コンサルタント株式会社

1. はじめに

土石流の起点となる表層崩壊は、表層土層、いわゆる土壌等の表層の未固結層が、大雨等の誘因により斜面下方へ移動する現象であることから、素因である土壌の形成過程は、表層崩壊を考える上で重要となる。一方で、近傍に火山が位置せず、火山灰等の堆積が少ない非火山性地域の土壌の形成過程に関する既往研究は、土壌の Cs-137 測定による検討例¹⁾や、崩壊後経過年数と土層深による検討例²⁾、シミュレーションによる検討例³⁾があるものの、斜面の土壌断面に直接年代値を与えて検討した事例は少ない。

平成 30 年 7 月豪雨において岩国地域で多数発生した表層崩壊の一部の崩壊地では、既往研究⁴⁾によって土壌層中に旧表土を示唆する有機質土壌や不整合面が複数確認されており、これらが、土壌の形成・成長の過程を示す痕跡になると考えられた。そこで、本発表では、岩国地域の溪流において、土壌の形成イベントとそれに対応する堆積物の年代について、小流域単位で比較し、土壌の形成過程を検討した結果について報告する。

2. 調査地域および手法

検討対象地域は、山口県岩国市周東町の中山川ダム北西部を対象とした(図-1)。本研究では、崩壊地の源頭部とその下流の堆積物を中心に地表地質踏査を実施した。土壌の層位区分は、堀⁵⁾に従い区分したが、土壌化の影響をほとんど受けていないと思われる比較的新しい堆積物(土石流堆積物等)は別区分とした。土壌の観察結果を参考に放射性炭素年代測定対象を

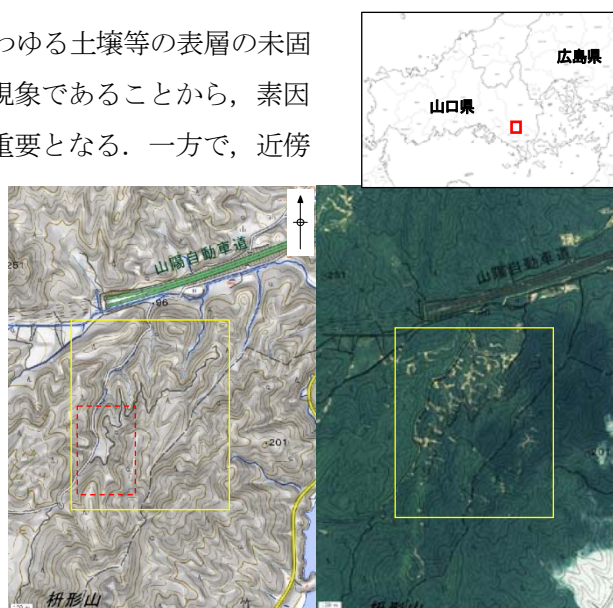


図-1 調査地域の地形および空中写真
(地理院地図を用いて作成)

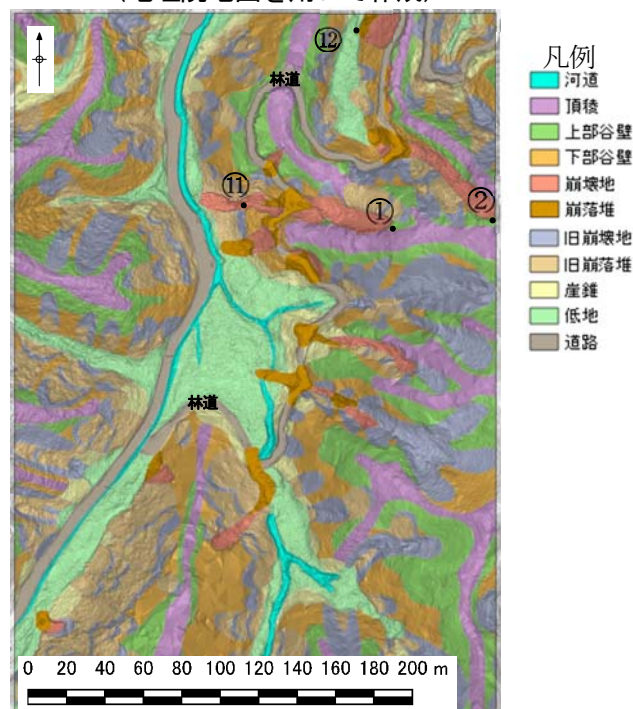


図-2 地形判読結果⁴⁾および調査位置
(判読範囲は図-1の赤破線)

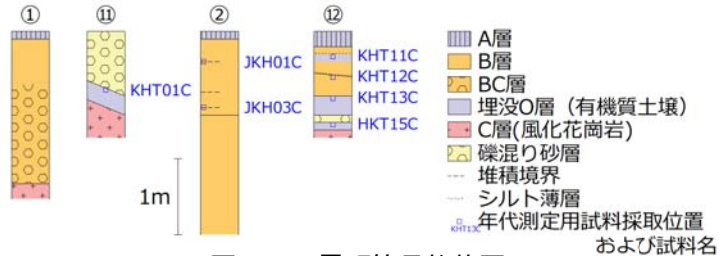
検討し、測定に供した。測定は、(株)加速器分析研究所に依頼した。年代値の検討には IntCal20 および OxCal v4.4 を用いて暦年校正された年代値 (calBP) を用いた。

3. 地表地質踏査結果

地表地質踏査は、上部谷壁に位置する崩壊地である地点①および地点②と、それらの下流に位置する谷底の地点⑪および地点⑫を中心に実施した (図－2)。各溪流の微地形と土壌および堆積物に関する調査結果は以下の通りである。各地点の露頭簡易柱状図を図－3に図示した。

地点①は西向き斜面の崩壊地で、その下流に地点⑪が位置する。地点⑪付近も含め林道から下流側は幅 10m 程度の範囲で植生が失われており、その中心付近に深さ 1m 程度のガリーが発達する。地点①はその溪流の源頭部で、上位から A 層、B 層、C 層が分布し、B 層が厚い (約 1.9m)。また、B 層下部には角礫を多く含む BC 層が分布する。地点⑪はガリーにより露出した露頭で、上位から礫混り砂層、埋没 O 層、C 層が分布する。

地点②は北西向き斜面の崩壊地で、その下流の南北方向の低地に地点⑫が位置する。林道から下流側には薄い土砂の堆積が確認されるものの、植生は繁茂しており、地点⑫付近に若干のガリーが発達する。地点②はその源頭部で、上位から A 層、B 層、C 層が分布し、B 層が厚い (約 2.6m)。また、B 層中には水平方向の連続性が悪い有機質土壌の薄層が 3 深度で確認された。この薄層は一部で粒径の変化が認められたことから堆積境界と考えた。地点⑫は南北方向に連続する低地の末端付近に位置し、上位から A 層、B 層、埋没 O 層が分布する。B 層は複数のシルトの薄層を挟むほか、埋没 O 層を挟在する。



図－3 露頭簡易柱状図

4. 放射性炭素年代測定結果

放射性炭素年代測定結果を表－1に示す。以降の議論には、2σ 暦年代のうち確率の高い暦年代を採用した

(表－1太字)。地点②の土壌中に認められた堆積境界は、JKH01C および JKH03C の結果から 913-774 calBP, 675-644 calBP およびそれらの間で形成され、少なくとも 3 回土壌の埋没が起こっている。地点②下流の低地に位置する地点⑫に分布する埋没 O 層は、上位の 3 試料 (KHT11C, KHT12C, KHT13C) において類似した年代値 (525-437 calBP) を示したことからこれらの層は比較的短期間のうちに埋没したものと考えられ

表－1 放射性炭素年代測定結果一覧

試料名	試料形態	処理方法	δ 13C補正あり		校正条件	暦年校正	
			Libby Age (yrBP)	pMC (%)		1σ 暦年代範囲 (calBP)	2σ 暦年代範囲 (calBP)
JKH01C	土壌	HCl	690 ± 20	91.75 ± 0.26	OxCal v4.4 IntCal20	671-651 (68.3%)	675-644 (73.2%) 587-566 (22.2%)
JKH03C	土壌	HCl	920 ± 20	89.14 ± 0.26	OxCal v4.4 IntCal20	904-866 (35.0%) 856-848 (5.1%) 827-787 (28.1%)	913-774 (94.3%) 756-751 (1.2%)
KHT11C	土壌	HCl	450 ± 20	94.58 ± 0.25	OxCal v4.4 IntCal20	515-496 (68.3%)	525-486 (95.4%)
KHT12C	土壌	HCl	400 ± 20	95.19 ± 0.25	OxCal v4.4 IntCal20	499-460 (68.3%)	506-437 (79.9%) 360-330 (15.5%)
KHT13C	土壌	HCl	440 ± 20	94.67 ± 0.25	OxCal v4.4 IntCal20	511-495 (68.3%)	521-478 (95.4%)
HKT15C	炭化木片	AAA	620 ± 20	92.53 ± 0.25	OxCal v4.4 IntCal20	647-627 (31.7%) 596-583 (18.8%) 570-558 (17.7%)	652-621 (38.5%) 615-554 (57.0%)
KHT01C	土壌	HCl	530 ± 20	93.66 ± 0.26	OxCal v4.4 IntCal20	545-524 (68.3%)	622-614 (1.8%) 555-511 (93.7%)
KHT02C	木片	AAA	640 ± 20	92.30 ± 0.26	OxCal v4.4 IntCal20	651-634(25.9%) 590-563(42.4%)	665-623 (41.7%) 600-556 (53.7%)

※ KHT02C は KHT01C と同一層準から採取した木片試料

る。また、これらの埋没 O 層のさらに下位で確認された埋没 O 層の試料 (HKT15C) からは、さらに 100 年程度古い年代値が得られた。一方、地点⑪の埋没 O 層は、KHT01C と KHT02C の結果から 600-511 calBP に上位の礫混り砂層によって埋没している。

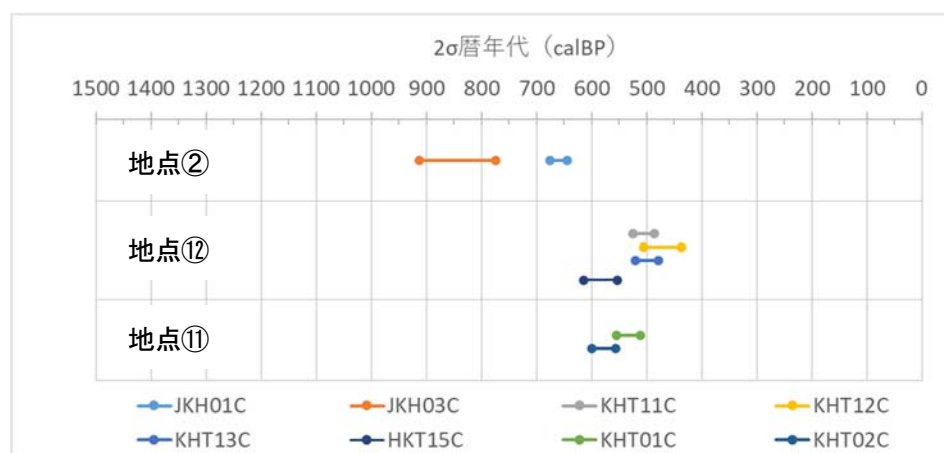


図-3 放射性炭素年代測定結果一覧

5. 考察

5.1 土壌層の発達速度について

地点②の B 層中に認められた堆積境界が旧表土を示し、その上位の土壌が斜面上方からの小規模な土砂移動により発達（旧表土が埋没）したと考え、この土壌の 3 深度の堆積境界から、発達～埋没のサイクルを 2 サイクル見出すことができる。これらの境界で有意に差のある年代値が得られたことから、地点②では、913-644calBP の期間に土壌の埋没が起こる程度の土砂移動が、斜面において少なくとも 3 回起こったと考えられる。また、2 サイクルの発達に最小 99 年、最大 269 年かかる計算となる。2 サイクル分の土壌の層厚（60cm）から、この期間の土壌の発達速度は 0.22～0.61cm/year となる。この値は、花崗岩地域における崩壊後経過年数と表層土厚の関係から算出された寺本ほか²⁾の値（0.25cm/year）と大きく矛盾しないが、地点②の土壌とは発達過程が異なるため、今後詳細な検討が必要となる。

5.2 他地域の既往研究との比較

地点⑪および地点⑫の埋没 O 層の年代値は、2 溪流とも約 600-500 calBP の範囲に集中した。また、地点⑫では、同様な年代を示す複数の埋没 O 層が見いだされている。このことは、この時期本調査地域周辺において、複数の溪流で複数回の土石流が発生するイベントが起きていたことになる。

鈴木ほか⁶⁾は山口県防府市の 4 地区において土石流堆積物の調査および年代測定を実施し、土石流①～⑧までの 8 回の土石流発生を特定し、このうち土石流②～⑤は複数個所で発生したとしている。さらに 1300 年代を示す測定結果が、4 地区すべてにおいて確認され、全体の 1/3 以上確認されたことから、この時期に各地区にまたがる規模が大きな土石流災害が発生したとしている。また、土石流の粒径の変化や、歴史記録との比較から、1361 年に起きた南海地震由来の大規模な地震が風化岩を崩落させ、その後の豪雨によって崩落物が土石流として流下した可能性を示唆している。

今回の調査で得られた 600-500 calBP は、西暦で 1350～1450 年に相当し、上記の防府市で広域に発生したとされる 1300 年代の土石流と年代が重なることから、この時期に防府市だけでなく山口県東

部においても土石流が多発していた可能性が考えられる。なお、松木ほか⁷⁾による広島市周辺地域の土石流発生履歴によると、広島市周辺地域においても、1300年代後半から1500年代前半に複数溪流で発生した土石流堆積物が確認されており、この年代に土石流が多発していた地域はより広域である可能性が考えられる。

5.3 地点②と地点⑫で得られた年代値について

頂陵に近い上部谷壁斜面に位置する崩壊地源頭部（地点②）では、913-644 calBPの間に小規模な土砂の移動が起こり、その下流に位置する低地の堆積物（地点⑫）からは、その直後（615-554 calBP）や、100～200年程度新しい時期（525-437 calBP）の年代値が得られている。このことから、本溪流では、崩壊が発生する以前にその上流の谷壁斜面において、小規模な土砂の移動による土層の発達が起こっていたこととなる。また、地点②で認められた堆積境界の連続性が悪いことも考慮すると、土層の発達に関わる小規模な土砂の移動は、斜面に一樣に起こるのではなく、不均質に起こりながら土層を発達させ、崩壊しやすい（可能な）厚さまで成長すると考えられる。

6. まとめ

本調査の結果を以下の通りまとめる。

- ①地点②の崩壊地の土壌断面に見られた堆積境界の年代から、この期間の土壌の発達速度を検討した結果、発達速度は0.22～0.61cm/yearであった。
- ②地点⑪および地点⑫で認められた埋没O層の年代は、近隣地域の既往研究^{6),7)}で広範囲にわたる土石流災害の発生が指摘されている時期と重なる。
- ③地点②では崩壊が発生する以前に上流の谷壁斜面において小規模な土砂の移動による土層の発達が起こっていたと考えられる。

参考文献

- 1) 市川岳志・松倉公憲（2001）：弱固結砂岩からなる斜面における土層構造と表層崩壊，応用地質，Vol. 42, No.1, 30-37.
- 2) 寺本行芳・下川悦郎・江崎次夫・河野修一・土居幹治・松本淳一（2021）：花崗岩急斜面の表層崩壊跡地における植生遷移と表層崩壊の発生周期，Journal of Rainwater Catchment Systems, Vol.27, No.1, 17-22.
- 3) 松四雄騎・外山真・松崎浩之・千木良雅弘（2016）：土層の生成および輸送速度の決定と土層発達シミュレーションに基づく表層崩壊の発生場および崩土量の予測，地形，Vol.37, No.4, 427-453.
- 4) 宮本新平・太田岳洋・辻智大・竹田拓己・黒木貴一・森川寛之（2024）：山口県岩国市における斜面崩壊と土壌の形成に関する検討，令和6年度 日本応用地質学会研究発表会 講演論文集.
- 5) 堀大才（2021）：樹木土壌学の基礎知識，講談社，169p.
- 6) 鈴木素之・阪口和之・楮原京子（2015）：山口県防府市における土石流の特徴と土砂災害発生年表，地盤と建設，Vol.33, No.1, pp.105-113.
- 7) 松木宏彰・鈴木素之・楮原京子・阪口和之・小笠原洋・片岡知（2018）：広島市安佐南区と安佐北区周辺地域の土石流堆積物の状況と土石流の発生頻度，地盤工学ジャーナル，Vol.13, No.4, pp.403-421.