

7. 愛媛県宇和島市に分布する

崩壊堆積物に含まれる古土壌の ^{14}C 年代

AMS ^{14}C dating of paleosols in colluvium at the foot of mountain slope in Uwajima City,
Ehime Prefecture, Japan.

○西山賢一（徳島大学）・露口耕治・大矢基弘・佐竹一希・川本真由美（四電技術コンサルタント）
Ken-ichi NISHIYAMA, Koji TSUYUGUCHI, Motohiro OHYA, Kazuki SATAKE
and Mayumi KAWAMOTO

1. はじめに

斜面崩壊・土石流の発生年代を推定することは、長期的な斜面防災や、溪流の砂防計画、さらには国土の安全な土地利用にとって重要な基礎資料となる。本研究では、2018年西日本豪雨による甚大な被害が発生した愛媛県宇和島市を対象とし、2018年豪雨で土石流が流下した溪流の側壁とボーリングコアに挟在する古い崩壊堆積物から古土壌と炭化物3試料を採取し、 ^{14}C 年代測定を実施したので報告する。

このうち、炭化物1試料の測定結果はすでに報告したが¹⁾、今回、古土壌の測定結果と合わせて再検討した結果を述べる。

2. 対象地域とその地形・地質

対象とした宇和島市周辺では、2018年7月の記録的豪雨により、多数の斜面崩壊と、それに起因する土石流が発生した^{2)~6)}。崩壊が多発した地質は、仏像構造線南側に分布する四万十帯に属する白亜系の付加体堆積岩類であり^{7)~8)}、地すべり地形の分布は少ない地域である⁹⁾。

今回、調査対象とした地域を図-1に示す。宇和島市吉田町畦屋を対象とした。2018年豪雨による崩壊が発生した地点にあたる。



図-1 調査位置図

3. 分析試料の採取と年代測定

分析用試料の採取位置は、2018年7月豪雨で発生した崩壊土砂が流下した溪流の側壁斜面（露頭）、ならびに露頭下流の谷底で掘削されたボーリングコアである。これらの堆積物の記載を行うとともに、堆積物中から炭化物・古土壌を抽出した。得られた3試料は（株）加速器分析研究所に依頼し、AMSによる ^{14}C 年代測定を行った。 $\delta^{13}\text{C}$ により同位体分別効果を補正して得られた ^{14}C 年代（BP）を得て、暦年（cal BP）に較正した。暦年較正にはIntCal13データセット（炭化物）ならびにIntCal20（古土壌）を用い、OxCalv4.2較正プログラム（炭化物）ならびにOxCalv4.4（古土壌）を利用した。較正した暦年は2 σ の範囲で表示した。測定結果の一覧を表-1に示す。

表-1 年代測定結果

測定番号	採取場所	試料形態	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) (AMS)	Libby Age (yBP)	2 σ 暦年代範囲
IAAA-190277	宇和島市畦屋（露頭）	炭化物	-25.35 $\pm$ 0.23	4040 $\pm$ 30	4780-4771 cal BP (1.5%) 4579-4425 cal BP (93.9%)
IAAA-220212	宇和島市畦屋（ボーリングコア：-3.15m）	古土壌	-27.55 $\pm$ 0.27	1770 $\pm$ 20	1719-1685 cal BP (24.1%) 1679-1600 cal BP (71.4%)
IAAA-220213	宇和島市畦屋（ボーリングコア：-9.15m）	古土壌	-24.09 $\pm$ 0.28	30850 $\pm$ 150	35538-34740 cal BP (95.4%)

4. 年代試料を採取した露頭とボーリングコアの記載

試料を採取した地点の地質と得られた年代値について、以下にまとめる（図-2）。露頭は崩壊斜面の基部にあり、ボーリングコア掘削位置はそれより下流の谷底低地のほぼ中部に位置している。

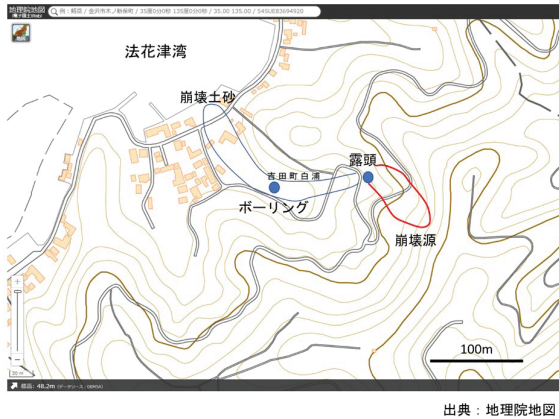


図-2 露頭とボーリングの位置

(1) 宇和島市畦屋の露頭

宇和島市畦屋では、ミカン園として利用されている標高約 60m の丘陵頂部付近から崩壊が発生し、畦屋地区の集落にまで崩壊土砂が達した。滑落崖の下方斜面には、ミカンの果樹などを含んだ 2018 年崩壊堆積物の下位に、厚さ約 3m に達する古い崩壊堆積物が分布しており、ガリー状をなす河道側壁に露出している（図-3）。

この場所では、明瞭な古土壌を伴わず、下方斜面に向かって傾斜した侵食面を境界として、崩壊堆積物が 2 層に区分できる。このうち、下位の崩壊堆積物に含まれていた炭化物を採取した。得られた ^{14}C 年代値は 4040 ± 30 yrBP, 2σ の範囲で最も確率が高い暦年値は 4579-4425 cal BP (93.9%) となった。

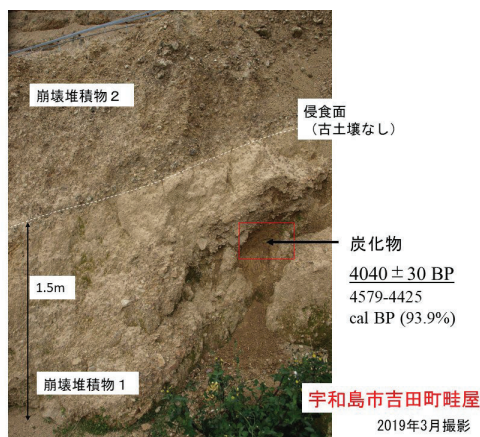


図-3 宇和島市畦屋の試料採取位置（露頭）

(2) 宇和島市畦屋のボーリングコア

試料を採取したボーリングコア（図-4）は、掘進長 14m で、土砂部分のコアの半分は標準貫入試験が実施されている。地表から深度 -2.0m までは最新の崩壊堆積物（2018 年 7 月豪雨の土石流起源）と推定されるが、深度 -0.8 ~ -2.0m 間は、それより浅（明褐色）と異なり、色彩が暗褐色を呈することから、別の崩壊イベント起源の可能性もある。深度 -2.0 ~ -7.0m 間が礫まじり砂で、そのうち -3.0 ~ -3.5m 間に古土壌を挟在する。このうち、-4.0 ~ -6.0m 間は周囲と異なる明褐色を呈することから、深度 -2.0 ~ -7.0m 間の礫まじり砂は複数の崩壊イベントの集合体として堆積した可能性がある。深度 -8.0 ~ -11.0m 間が砂礫で、そのうち、深度 -9.0 ~ -9.5m 間に古土壌を挟在する。深度 -11m 付近以深は、基盤である四万十帯の砂岩であり、高角度で挟在する白色の脈をしばしば含む。

崩壊堆積物は、以上の層相と古土壌に基づき、イベント 1~5 の 5 イベントが少なくとも認められ、さらに細分できる可能性も大きいことが判明した（図-4）。最上位に位置するイベント 5 堆積物は、2018 年西日本豪雨時に発生した崩壊起源の土石流堆積物からなり、その下部はさらに古い別イベントの堆積物の可能性もある。また、イベント 3 堆積物は、厚さが約 5m と厚いため、堆積物中に古土壌を挟在しないものの、複数のイベント堆積物に細分できる可能性がある。

得られた古土壌の ^{14}C 年代測定結果は、上位の -3.15m 付近の試料が 1770 ± 20 yrBP, 2σ の範囲で最も確率が高い暦年値は 1679-1600 cal BP (71.4%) となった。一方、下位の -9.15m 付近の試料が 30850 ± 150 yrBP, 2σ の範囲で最も確率が高い暦年値は 35538-34740 cal BP (95.4%) となった。

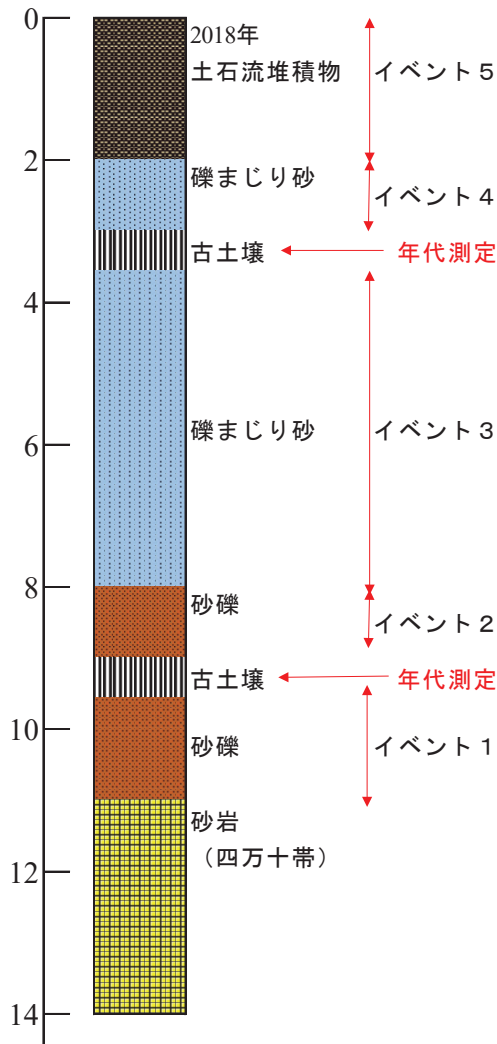


図-4 ボーリング柱状図

5. 年代測定値の解釈と課題

2018 年崩壊地直下の露頭からは完新世に 2 回のイベント、ボーリングコアからは更新世～完新世にかけての 5 回のイベントが、それぞれ推定された。ボーリングコアに基づけば、約 35,000 年以降に、約 9m の厚さの崩壊堆積物が小流域の谷底を埋積しており、その下半分は現海水準以下に分布していることが判明した。

層相と年代値をあわせて考えると、深度－8m より深い層準は更新世の堆積物、－8m より浅い層準は完新世の堆積物と推定される。更新世の堆積物のすべてと、完新世の堆積物の約半分は、現海水準以下に分布する。更新世の堆積物におけるイベント層準はイベント 1 と 2 の 2 つが識別でき、約 35,000 年を挟んだ更新世後期の崩壊堆積物からなると判断される。

露頭とボーリングコアの年代測定結果と合わせると、ボーリングコアのイベント 3 は 1679-1600 cal BP より古く、露頭での 4579-4425 cal BP という年代値の直上の侵食面で境される 2 イベントと年代的に重なる。すなわち、ボーリングコアのイベント 3 は、露頭では 2 イベントに細分可能と考えられる。このため、累積した崩壊堆積物が得られた約 4,500 年前以降に限ると、2018 年を含めて少なくとも 4 回のイベントが推定され、さらに細分される可能性も大きい。このことから、検討した畦屋地区の小流域における完新世中期以降の平均的な崩壊発生間隔は、おおよそ 10^3 年に 1 回オーダーと推定することができる。

課題としては、35,000 年以降、累積した崩壊堆積物が得られておらず、更新世の年代値と完新世の年代値の間に大きなギャップがあることが挙げられる。その理由は明確ではないが、次のように考えることができる。谷底を埋積した約 9m の崩壊堆積物のうち、ほぼ下半分が現海水準以下にある低海面期の堆積物と推定され、最終氷期極相期（約 2 万年前）から完新世初頭にかけての海面低下期に、侵食基準面の低下に伴って、その低海面期の堆積物の侵食（下刻）が進行した結果、年代に大きなギャップが生じた可能性が考えうる。一方、縄文海進ピーク後の完新世中期以降に堆積した崩壊堆積物は、大きな削剥を受けることなく累積してきたものと考えられる。

上記の下刻後に累積した完新世中期以降の堆積物には、縄文海進に伴う海成層が含まれておらず、崩壊起源と推定される礫質堆積物のみからなる。このことから、対象とした小流域内には縄文海進に由来する完新世中期以降の海成堆積物は分布せず、後背斜面の崩壊に由来する礫質堆積物が、当時の海面を埋積するように堆積してきたとみなせる。縄文海進に伴う海成層の内陸への侵入を上回る陸側からの土砂供給が、 10^3 年に 1 回程度の頻度で活発に繰り返されてきたと考えられる。

6. まとめ

1. 2018 年崩壊地直下の露頭からは 2 回の崩壊イベント、ボーリングコアからは 5 回の崩壊イベントが、それぞれ推定された。
2. ボーリングコアに基づけば、約 35,000 年以降に、約 9m の厚さの崩壊堆積物が谷底を埋積しており、その約半分は現海水準以下に分布することが判明した。
3. 露頭での年代測定結果と合わせると、約

4,500 年前以降, 2018 年を含めて少なくとも 4 回の崩壊イベントが推定される.

4. 検討した小流域における平均的な崩壊発生間隔は, 10^3 年に 1 回のオーダーと推定される.

5. 35,000 年以降, 累積した崩壊堆積物が得られておらず, 更新世の年代値と完新世の年代値の間に大きなギャップが認められる. この理由としては, 最終氷期極相期 (約 2 万年前) の海面低下期に, 侵食基準面の低下に伴って, 谷底堆積物の侵食 (下刻) が進行した可能性が考えうる. 縄文海進ピーク以後～現在に至る約 4,500 年間については, 顕著な侵食が生じることなく, 10^3 年に 1 回のオーダーで, 累積的な土砂堆積が継続してきたと考えられる.

7. 文献

- 1) 西山賢一 (2021) 愛媛県宇和島市に分布する崩壊堆積物の ^{14}C 年代. 日本応用地質学会中国四国支部令和 2 年度研究発表会講演論文集, pp. 111-112.
- 2) 西山賢一・谷野宮竜浩・木村一成・岡村 洋・讃岐利夫・東 豊一・大矢基弘 (2019) 平成 30 年 7 月豪雨により愛媛県宇和島市で発生した斜面崩壊の地形・地質的特徴. 日本応用地質学会西日本豪雨災害調査団報告書, pp. 131-136.
- 3) 松澤 真・古木宏和 (2019) 南予地方で発生した土砂災害と地質特徴との関係～ローモンタイトの崩壊への影響～. 日本応用地質学会平成 30 年 7 月豪雨災害調査報告書, pp. 137-145.
- 4) 谷野宮竜浩 (2019) 愛媛県西予市～宇和島市にかけての海岸沿い斜面崩壊状況. 日本応用地質学会平成 30 年 7 月豪雨災害調査報告書, pp. 147-171.
- 5) 木村一成・西山賢一・讃岐利夫・東 豊一・大矢基弘・谷野宮竜浩・岡村 洋 (2019) 愛媛県宇和島市吉田公園野球場裏で発生した斜面崩壊. 日本応用地質学会平成 30 年 7 月豪雨災害調査報告書, pp. 172-180.
- 6) 岡村 洋・西山賢一・谷野宮竜浩・木村一成・讃岐利夫・東 豊一・大矢基弘 (2019) 愛媛県大洲市肱川沿いの被害状況. 日本応用地質学会西日本豪雨災害調査団報告書, pp. 189-192.
- 7) 四国地方土木地質図編纂委員会 (1998) 四国地方土木地質図.
- 8) 日本地質学会編 (2017) 日本の地質 四国地方, 朝倉書店.
- 9) 防災科学技術研究所 (2007) 地すべり地形分布図第 32 集「松山・宇和島」. 防災科学技術研究所研究資料, 第 308 号.