# 2014年広島土石流災害発生2渓流 沖積錐を形成する土石流堆積物の 編年

楮原 京子1・鈴木 素之2・松木 宏彰3・阪口 和之4・稲垣 秀輝5・小笠原 洋3・松原 輝明3

# Chronology of paleo debris-flow deposits forming two alluvial cones where debris-flows brought about disaster being induced by the August 2014 Hiroshima Rainstorm

Kyoko KAGOHARA<sup>1</sup>, Motoyuki SUZUKI<sup>2</sup>, Hiroaki MATSUGI<sup>3</sup>, Kazuyuki SAKAGUCHI<sup>4</sup>, Hideki INAGAKI<sup>5</sup>, Hiroshi OGASAHARA<sup>3</sup> and Teruaki MATSUBARA<sup>3</sup>

#### Abstract

To the best of our knowledge, the assessment of meteorological disaster such as debris flow has not yet been examined with respect to long-term occurrence intervals. However, assessing the possibility and cycle of occurrence of debris flow that reaches habitat areas is important when considering future sediment disaster prevention. Heavy rainfall in August 2014 induced numerous debris flows in Hiroshima, SW Japan. Our field survey results showed that multiple paleo debris flow deposits exist along the observed streams in Yagi-Midorii and Kabehigashi area. Radiocarbon dating using carbonised materials contained in paleo debris flow deposits ware used to infer the debris flow history. Our data revealed that in the Ueyamagawa/Yagi-Midorii area, large-scale debris flows have occurred at least four times: in the 1st-2nd, 5th-6th, 7th-8th and 19th centuries AD. In the Kabesawa/Kabehigashi area, debris flow has occurred at least three times: in the 8th-9th, 16th-17th and 20th centuries AD.

キーワード:土石流堆積物,放射性炭素年代測定,史料,土石流発生履歴,災害史

Key words : debris flow deposit, radiocarbon dating, historical materials, chronology of debris flows, chronology of natural hazards

1	山口大学教育学部	4	アジア航測株式会社
	Faculty of Education, Yamaguchi University		Asia Air Survey Co., Ltd.
2	山口大学大学院理工学研究科	5	環境地質株式会社
	Graduate School of Science and Engineering, Yamaguchi		Kankyo chishitsu Co., Ltd.
3	University		
	復建調査設計株式会社		
	Fukken, Co., Ltd.	本	報告に対する討論は平成28年8月末日まで受け付ける。

#### 1. はじめに

自然災害が頻発する日本で、安心・安全な社会 を維持していく為には、過去の自然災害の経験を 活かし、後世に伝えていくことが大切である。特 に、低頻度の大規模自然災害の場合は、数百年や 数千年といった長い期間で自然現象を捉えていく ことが必要となる。本研究では土砂災害の発生ポ テンシャルを長期的に評価することを目的とし て、過去に発生した土石流堆積物の編年と地形・ 地質特性の把握を進めている。本論では、2014年 8月の広島豪雨において土石流が発生した2渓流 を対象に、土石流堆積物の編年を行った結果につ いて報告する。

#### 2. 研究方法

本研究では、2014年8月豪雨に伴って広島市で 発生した土石流災害の特徴を捉えることに加え. 過去に土石流が発生した時期を推定する為に、現 地調査と年代測定を行った。研究対象地域は広島 市安佐南区八木·緑井地区,安佐北区可部東地区 である。現地調査では災害渓流および周辺の地 形・地質や土石流堆積物を観察・記載した。その 際に土石流堆積物に巻き込まれた樹木片や炭化物 など、年代試料を採取し、放射性炭素(14C)年代 測定を実施した。得られた年代値は δ<sup>13</sup>C による 補正を行った後にOxCa14.2 (較正曲線データは Reimer et al., 2013の IntCall3) による暦年較正を 行い,土石流堆積物の堆積年代を推定した。また, 広島県内の纏められた歴史資料を用い、概略的で はあるが、地形・地質学的に推定された土石流発 生時期と広島県の災害史との照合を行った。

#### 3. 対象地域の地理的特徴

広島市および周辺地域の地形は、堂床山や白木 山、武田山、極楽寺山と続く山地列と、太田川お よびその支流の氾濫原や三角州からなる低地帯に 大別される。これらの地形の多くは、この地域の 断層構造を反映して北東 – 南西方向に延びてい る (Fig. 1)。山地の高度は概ね500~900 m で北 ほど高い。山地の大部分は後期白亜紀花崗岩(広 島花崗岩類)からなる(地質調査所、1984)。この 広島花崗岩類の主な岩相は粗粒花崗岩で、風化に よってマサ化している。マサ化した花崗岩は脆 く、崩れやすいため、1999年に広島市および隣接 の呉市で発生した6.29災害をはじめ、広島県で発 生する土砂災害の主な素因となっている(土木学 会、1999など)。可部から加計の太田川沿いには ジュラ紀付加体が分布する。ジュラ紀付加体は広 島花崗岩の貫入による接触変成作用を受け、ホル ンフェルス化している。白木山をはじめとする可 部の東の山地では、後期白亜紀の高田流紋岩が広 島花崗岩類と断層関係で接する形で分布してい る。低地帯と山地との間には、崖錘や麓屑面、沖 積錐が分布する。沖積錐などは、特に広島花崗岩 類からなる山地の麓において発達が良く、広島市 中心部からほど近い地域では、1960年代から宅地 造成の場として開発が進められてきた(広島市) 1983)

太田川は広島平野を涵養する河川で,可部で支 流の根谷川・三篠川と,祇園付近で山本川と合流 したのち,太田川放水路や元安川など計6本の河 川に分流して広島湾へと注いでいる。広島平野内 での太田川の勾配は0.5~1.0 ‰と緩く,昭和40年 の太田川放水路の通水以前は,度重なる洪水と氾 濫に広島平野に住む人々は悩まされてきた。

## 4. 2014年土砂災害発生渓流および土石 流堆積物の特徴

2014年8月に発生した土砂災害は、広島市安佐 南区の阿武山山麓や広島市安佐北区の高松山周辺 という限られた範囲に集中して発生した。この集 中域は降雨が激しかった領域に一致しており、北 東-南西方向の南北約10 kmの帯状を呈した(山 本・小林、2014)。前述のように、本地域の地形 配列は北東-南西方向であることから、今回の豪 雨域の発達には本地域の地形配列が影響している と推察される。以下には、災害後に取得された 0.5 m グリッドの細密数値標高モデル(DEM)な らびに現地調査に基づき、土砂災害発生渓流と新 旧土石流堆積物の特徴について述べる。なお、土 石流堆積物の粒度の分類は、日本工業規格「JIS A 1204土の粒度試験方法」に従った。



#### Fig. 1 Geological map of Hiroshima

Shaded relief map is constructed with 10 m mesh digital elevation model published by Geospatial Information Authority of Japan. Geological map is after Geological survey of Japan (2009).

#### 4.1 八木·緑井地区

安佐南区八木地区は阿武山東麓にあり、この地 域では大小の区別をしなければ、大部分の渓流で 土石流や崩壊が発生したといえる。崩壊の多くは 山頂近くに認められる遷急線(Fig. 2a 中の破線) の直下付近で発生しており、中腹斜面での発生は 少ない(稲垣, 2015; Fig. 2a)。阿武山はすべて が広島花崗岩類からなるのではなく、北半部は ジュラ紀付加体のホルンフェルスからなる。八木 四丁目はホルンフェルス地域を流下する渓流の出 口付近に位置しており、土石流堆積物の様相は、 Fig. 3a に示すように径75 mm 以上の角張った粗 石, 巨石と流木が多く, マトリックス分が少ない のが特徴的であった。このことは、ホルンフェル スが硬質でマトリックス分が生産されにくい岩質 であることが影響していると思われる。また、粗 礫や粗石, 巨石を主体に構成されるため, その土 石流の堆積地形もマサ土の土石流堆積地形に比べ ると急勾配であった。渓流沿いは,今回の土石流 の流下に伴って沖積錐の一部が下刻されており, 過去の土石流堆積物を複数枚確認することができ る。

安佐南区八木地区の南縁から緑井地区にかけて は、背後の山地が広島花崗岩類からなり、多くの 渓流で土石流や崩壊が発生し、上山川の谷口近 傍の県営住宅が被災したことで知られる。詳細 DEM に基づけば、上山川の河床勾配は崩壊の源 頭部ではおおよそ35°である。源頭部は表層崩壊 によって馬蹄形にえぐられた斜面形をなし(Fig. 2bの1)、露出した地質から、崩壊前には地表か ら深度2mまでは主にマサ土で構成されていた ことが推察される。これより下流では河床の勾配 がおおよそ20°となり、支流の合流点付近や勾配 がやや緩やかになる場所では、侵食から取り残さ れた岩屑が河床に多くみられたが、それ以外では 概して硬岩が露出していた(Fig. 2bの2)。河床



Fig. 2 a) Map showing debris flows triggered by heavy rainfall in the vicinity of Abusan on August 19–20, 2014. Red shapes and dashed lines indicate debris flows and knick line (convex break), respectively. Distributions of debris flow are from the Geospatial Information Authority of Japan (2014). Gr: Granite, Ho: Hornfels. b) Detail topographic map of catchment area of Ueyamagawa. Contour intervals shown by blue line is 1 m. Locations of photos are shown at the contour map. c) Longitudinal profile of Ueyamagawa riverbed. Topographic map and longitudinal profile are constructed by 0.5 m DEM.



Fig. 3 Grain composition of debris flow sediment Diagrams show results of grain size analysis of samples from new debris-flow sediment at Yagi4 chome (a), Ueyamagawa (b) and from other underlying (old) debris-flow sediment at Ueyamagawa (c, d). Samples (c), (d) at Ueyamagawa respectively correlate to deposits that radiocarbon sample OH-8 and OH-6 were collected from.

の勾配が10°程度となる下流部では、上流から運 搬された岩屑が堆積している(Fig. 2bの3)。上 山川の土石流堆積物はFig. 3bのとおり、マトリッ クス分が多い一方で巨石も数多くみられる等、極 めて淘汰の悪い堆積物であった。Fig. 4 にはマト リックスの粒度分析結果を示す。マトリックスに 限っては、花崗岩地域よりホルンフェルス地域の 土石流堆積物の方が細粒分に富むことが分かる。 これは花崗岩とホルンフェルスの風化の仕方の違 いによって、ホルンフェルス地域の崩壊部のマト リックスが元々細粒分に富んでいる為と考えられ る。

下流域で停止した土石流の近傍では、古い崖錘 や沖積錐を構成する堆積物や谷底堆積物が著しく 侵食されて、連続的に地層を観察できる状況で あった。露頭からは複数枚の土石流堆積物が積層 している様子が確認された。古い土石流堆積物は 今回(2014年8月)のものよりも粒度が小さい傾 向にある。これらは、おそらくFig.5に示したよ うに、沖積錐が繰り返される土石流によって、下 流へと発達する過程を示していると考えられる。 また、花崗岩地域では、土砂流となる砂分がホル ンフェルス地域よりも多いために、土砂流が遠方 まで到達し、ホルンフェルス地域よりも相対的に 勾配の緩い沖積錐を形成してきたものと考えられ る。

#### 4.2 可部東地区

安佐北区可部東地区では,高松山の標高300 m付近から放射状に複数の土石流が生じている (Fig. 6a)。崩壊はほとんどが遷急線沿いの源頭 部で発生しており,中腹斜面での発生は少ない。 また,鬼ケ城山西麓にも樹枝状の流下跡を示す土 石流が発生しており,両山に挟まれた可部束6丁 目では,花崗岩の巨礫を含む土砂が住宅地を襲っ た。以下,災害渓流の一つである可部沢について 詳述する。

可部沢は八木地区の上山川と比べると流域面積 の小さい渓流で、谷地形は浅く、流域の谷密度も 低い。可部沢の河床勾配は、崩壊の源頭部では、 おおよそ33°である。源頭部は表層崩壊によって 半円状にえぐられた斜面形をなし、地表から深度 1mまでは砂質のマサ土が優位であるが、それ 以深には角礫が多くみられた。源頭部を登った先 の尾根には凹地が形成され、風隙となっていた。 細密 DEM では、この凹地が非常に直線的である こと、周囲の尾根も天然とは思えない程に平坦化 していることが確認できる(Fig. 6b)。この高松 山には中世熊谷氏の居城があった(頼他、1981) ことから、これらは築城に伴う改変でできた地形



- Fig. 4 Grading curve of matrix component
  - Granite samples of the new debris flow deposits and the old debris flow deposits were collected from three and two sites along Ueyamagawa, respectively. The latter two sites are the same locations where <sup>14</sup>C samples of OH–6 and OH–8 were collected. Holenfels samples of the new debris flow deposit were collected from Yagi 4 cho–me and we used the sample (shown by the solid square) that the emergency survey team to the Hiroshima heavy rain disaster got from the stream head (Japan Society of Civil Engineering and Japan Geotechnical Society, 2014).



Fig. 5 Schematic diagram for downstream-ward development of alluvial fan.

と考えられる。これより下流では勾配がおおよそ 18°となり、著しい下刻が生じていた(Fig. 6bの 1)。谷壁には淘汰の悪い角礫主体の堆積物がみ られ、河床には硬岩や、やや風化した花崗岩が露 出していた。さらに下流の谷口付近では河床の勾 配が10°程度となり、ここでは広く浅く河床が削 られると同時に、土石流が表面に薄く堆積してい た。ここでは、過去の土石流堆積物がいくつかの 地点でみられた。それらは含まれる礫の径や淘汰 度,基質の粒度,固結度に違いがあり,堆積した 時期が異なると推察されるが,露出状況が悪くそ れらの層位を直接確認することができなかった。

# 5. 土石流堆積物の年代測定結果と発生 履歴

前述の2つの渓流(上山川・可部沢)において,



Fig. 6 a) Map showing debris flows triggered by heavy rainfall in the vicinity of Takamatsuyama on August 19–20, 2014. Gr: Granite, Ry: Rhyolite. See Fig. 2 for legend. b) Detail topographic map of catchment area of Kabesawa. Contour intervals shown by blue line is 1 m. Locations of photos are shown at the contour map. c) Longitudinal profile of Kabesawa riverbed. Topographic map and longitudinal profile are constructed by 0.5 m DEM.

これまでにどれくらいの頻度で土石流が発生して きたのかを明らかにする為に,各渓流を流下した 岩屑が堆積する場所となる,それぞれの下流域(勾 配が10°程度)において見出した土石流堆積物の 年代測定を実施した。以下に,露頭観察に基づく 堆積物の層区分と年代測定結果について述べる。

#### 5.1 八木・緑井地区の上山川

八木・緑井地区の上山川では6箇所の試料から 年代を示す結果が得られた。採取箇所のスケッチ をFig. 7bに示し,年代測定結果をTable1に示す。 上山川下流域の沖積錐は,上山川両岸に細長く延 びた尾根に挟まれ,振り幅の狭い扇状に分布して いる(Fig. 7a)。現在の上山川はその西端を流下 し、それまで存在していた山麓緩斜面を刻んでい る。そのため、上山川右岸に古い堆積物が連続的 に露出している。本研究では、この上山川谷口 付近の約100 m の範囲を精査した。露頭は地表か ら河床、あるいは基盤(花崗岩)上面まで5 m 程 の高さがあり、上流側には表土の直下に礫径1 m 程度の巨礫を多く含む堆積物がみられる。この堆 積物は礫径の違いや薄い砂層の挟みなどの特徴か ら、淘汰の悪い巨礫混じりの土石流堆積物(iv 層) と礫径0.1~0.5 m の亜角礫混じりの土石流堆積物 (iii 層)に分けられる。iv 層は沖積錐が広がり始 めるあたりから層厚を減じる。また、iv 層は露頭 の表面にのみ存在し、奥行きを持たず、上山川の 流路の向きがやや東方へと変わり攻撃斜面となる



Fig. 7 Sampling site of Ueyamagawa for radiocarbon dating

ところで尖減している。iii 層は基盤岩の高まりの 背後(上流側)に形成された凹地を埋積する堆積 物である。そのため、本層の下流側への連続は不 明である。しかし、その上面は細粒砂層と iv 層 に覆われていることから, iv 層よりも古い土石流 堆積物である。

これより下流側には、これらの地層と入れ替わ るようにシルト混じりの中粒砂主体の堆積物が露 出する。この堆積物は炭化物が非常に乏しい緻密 で締まった層(ii層)と、それを覆う弥生土器(山 口大学埋蔵文化財博物館学芸員私信)の欠片や木 片を多く含む緩い層(i層)に区分できる。ii層は 土砂流堆積物の様相を呈し、層相は均質で層厚は 2m以上におよぶ。

以上のことから,この露頭で見られた各層は, まず ii 層が堆積し,その後に i 層が ii 層を覆うよ うに堆積,そして,それらの一部を側刻しつつ谷 線よりに iv 層が堆積したという過程で積層し,iii 層については後述の堆積物の年代から, ii 層堆積 以後, iv 層堆積以前に堆積したと推定される。す なわち, 古い方から ii 層, i 層, iii 層, iv 層の順 である。

ii層は記述にもあるとおり、木片等を全く含ま ない地層であり、その発生時期は特定できなかっ たが、本露頭の中では最も古い地層であると判断 される。礫を大量に含む層準の年代試料は、礫の 下流側の陰にスポット状に分布する中粒砂層中 から炭化物を発見し、採取した。i層から採取し た年代測定試料 OH-1と OH-2で得られた<sup>14</sup>C 年 代は、AD. 57-140と AD. 25-126であった。両者 はほぼ同時期を示しており、概ね1~2世紀頃 にマサからなる土砂流がこの地点を埋積するイ ベントが発生したと推定される。iii 層の OH-6の <sup>14</sup>C 年代は AD. 426-554であった。iv 層の OH-3 と OH-7で得られた<sup>14</sup>C 年代は AD. 658-715または AD. 743-766と AD. 678-774であり、概ね7~8

Sample	Code-no.	δ <sup>13</sup> C (‰)	Material	Conventional <sup>14</sup> C age (yr. BP)	$2\sigma$ Calibrated age
					AD. 57-140
OH-1	PLD-27701	-24.74	wood	$1895 \pm 20$	AD. 155-168
					AD. 195-208
OH-2	PLD-27702	-27.60	wood	$1931 \pm 21$	AD. 25-126
OH-3	PLD-27703	-24.79	wood	$1314 \pm 20$	AD. 658–715
011 5					AD. 743–766
OH-5	PLD-27704	-25.39	seeds	$-884 \pm 18$	AD. 1957–1958
011 5					AD. 1994–1997
OH-6	PLD-27705	-24.18	wood	$1556 \pm 21$	AD. 426–554
OH-7	PLD-27706	-28.44	wood	$1261 \pm 20$	AD. 678–774
					AD. 1680–1764
OH-8	PLD-27707	-23.61	wood	$130 \pm 19$	AD. 1801–1892
		-			AD. 1908–1939
KBH-2	PLD-27508	08 –26.14 woo	wood	$-1847 \pm 15$	AD. 1961–1962
11011 2	1110 110000				AD. 1980–1982
					AD. 1956–1957
KBH-3	PLD-27509	-29.05	wood	$-480 \pm 20$	AD. 2005–2009
					AD. 2009~
KBH-4	PLD-27510	-26.18	charcoal	$1185 \pm 20$	AD. 774–888
KBH-5	PLD-27511	-26.47	wood	$350 \pm 20$	AD. 1466–1529
					AD. 1551–1634
KBH-6	PLD-27512	-25.59	charcoal	$350 \pm 20$	AD. 1464–1529
INDII 0					AD. 1552-1634

Table 1Results of radiocarbon dating of samples picked from the 2014disaster stricken area

世紀に角礫を大量に流出させるようなイベントが 発生したと推定される。後述の OH-8とは年代値 に差があるが、採取場所が離れている OH-3およ び OH-7がほぼ同じ年代値を示したことから、土 石流堆積物の年代値として信頼できる値と判断し た。OH-8の採取場所は iv 層上部の直径1mの巨 石と直下の礫との間を充填していた細粒土層中 であった。そのため OH-3や OH-7と近接した年 代を示すと思われたが、炭化物の<sup>14</sup>C年代はAD. 1801-1892を示し、前述のiv層の年代とは1000年 以上の時間間隔があった。OH-8は、OH-3およ び OH-7よりも上位にあり、これらよりも明らか に若い年代であったことから、年代値の逆転は生 じていない。さらに採取場所の様子から、巨石堆 積後に巨石の下に細粒堆積物が堆積したとも考え にくい。このことから iv 層は岩相から、一見1 つの層準に見えていたが複数回の土石流堆積物か ら構成されている可能性がある。よって、上山川 では4層の過去の土石流堆積物が確認され、それ ぞれ堆積年代として, AD. 25-140, AD. 426-554, AD. 658-774. AD. 1801-1892を示したことから. 1~2世紀, 5~6世紀, 7~8世紀, 19世紀に 土石流が発生したと推定される。

#### 5.2 可部東地区の可部沢

可部東地区の可部沢では,6箇所の試料から年 代を示す結果が得られた。採取地点をFig.8に示 し,年代測定結果をTable1に示す。なお,可部 沢では露出状況が芳しくなく,土石流堆積物の層 位関係を直接確認できなかったため,年代測定試 料の採取場所の記述を中心に述べる。

Fig. 8d 地点には、今回の土石流堆積物の下位 に細粒分が多く礫径10 cm 未満の角礫を含む堆積 物(I層)と礫径60 cm 未満の角礫を主体とする礫 支持の堆積物(II層)、さらにその下位のわずか に赤色風化を帯び、やや締まった基質支持の堆積 物(III層)の3つの層が確認された。III層で採 取した試料は測定不可であったために、III層の 堆積年代を絞り込めなかったが、I層に含まれる 試料 KBH-2および KBH-3の<sup>14</sup>C 年代は AD. 1956 以後~2009以前であった。I層が形成されるよう な最近の大雨の記録としては1999年の大雨が挙げ られるが、住民への聞き込みによれば、1999年に 可部沢で土石流が発生した事実はない。このこと から、I層が形成されたプロセスとしては、掃流 による土砂移動であり、土石流の様相を呈してい なかったと推定される。また、1999年以後の年代 値が得られた点については、2014年の土石流に覆 われる前は、この場所は地表に表れていた部分で あるため、最近に枯死した樹木等が混在していた 可能性がある。II層はI層で得られた<sup>14</sup>C年代から、 AD. 1980以前に発生した土石流によって形成され たと推定される。

試料 KBH-4は KBH-3よりも10 m ほど上流の 渓床に露出した, III 層によく似た層相の堆積物 中に含まれていた材で,上位の層準には II 層よ りも大型の角礫を含む堆積物 (IV 層) が認められ た (Fig. 8c)。IV 層と II 層との層位関係は未確認 であるが, IV 層の堆積年代は KBH-4の<sup>14</sup>C 年代 (AD. 774-888) より 8 - 9 世紀以後とみられる。

試料 KBH-5および KBH-6はさらに15 m ほど 上流の渓床付近に露出した堆積物から採取してい る。KBH-5は角礫を多く含む土石流堆積物(V層) 中に混在していた材、KBH-6はV層を直接覆う 細粒堆積物(VI層)中の炭化物である。KBH-6を 採取した地層(VI層)は前述の III 層に比べると 淘汰が良く、有機質に富んで暗色を呈し、固結度 も低いのが特徴である (Fig. 8b)。このことから、 III 層とVI 層は異なる時期に堆積した地層であり、 層序としては、VI層がⅢ層および相当層より上 位にあると推定される。また、V層とVI層の状 況から, 渓流の堆積物は土石流堆積物が主体であ るが、場所によっては谷底の一部を閉塞するよう な地形を形成し、静穏期には有機質土が部分的に 堆積させる場所が存在していたことがうかがえ る。KBH-5および KBH-6はほぼ同じ年代値 (AD. 1464-1529または AD. 1552-1634) であり、16~17 世紀頃にV層をもたらすような土石流が発生し たと推定される。以上のように、可部沢では8~ 9世紀以後,16~17世紀,20世紀以前に土石流が 発生したと推定される。



Fig. 8 Sampling site of Kabesawa for radiocarbon dating

# 4. 土石流堆積物の編年と「廣島縣史」・ 「芸藩通志」にみる災害史との比較

以上のように、本研究では八木・緑井地区と可 部東地区において、渓流の土石流堆積物の編年か ら、過去に発生した土石流の発生時期を推定した (Fig. 9)。全ての地層から年代試料が得られてい るわけではないため、時期が不明確な部分も存在 するが、現時点で2つの渓流において計7回の土 石流の履歴が推定された。一方、「廣島縣史」(広 島県庁、1925)・「芸藩通志」(頼他、1981)を基 に災害史を整理すると、上山川の8~9世紀以後 (E4)、16~17世紀の土石流イベント(E5)と可部 沢の19世紀の土石流イベント(E6)付近において, 災害記録が残っていたので,以下に紹介する。な お,E6は<sup>14</sup>C年代測定結果から2σで最も確率の高 い年代範囲である AD. 1801-1892を土石流イベン トの年代範囲として採用した。

広島県庁 (1925) や頼他 (1981) は江戸期以降に 編纂された資料であるものの, 続日本紀や類聚国 史, 三代実録, 大日本史など, いわゆる六国史を 参照しており, 9世紀以前の史実も収録されてい る資料である。頼他 (1981) によれば, 大同4(西 暦809)年, 元禄15 (1653)年に大雨に伴う災害の 記録が残されている (Table 2)。809年の災害に関



Fig. 9 Chronology of debris flow dates in the 2014 disaster stricken area See Table 2 for descriptions of events reported by historical materials.

Table 2List of large-scale disasters accompanied with heavy rain in Hiroshima reported by historical<br/>materials

年	記事	出典
① 大同4 (809)年	石見,安芸大水免民逋税(類衆國史)	* 1
② 元禄16 (1553) 年	七月二十八日大風雨山崩れて溢れて田畝舎屋船舶等の破壊多し。 八月二十九日福山広島共に暴風雨洪水被害七月よりも甚だし。	*1,2
③ 嘉永3 (1850)年	六月朔より強雨となり二日広島大洪水寛政八年以来の大水なりという。	* 2
①、②はビョのの①、③に対応	山曲/+*1, 畫萊语士 (超4) 1001) *9 · 鹿自豚中 (亡自旧岸 1005)	

①~③は Fig. 9の①~③に対応。出典は\*1:芸藩通志(頼他, 1981), \*2: 廣島縣史(広島県庁, 1925)

しては、石見・安芸で大水があり、免税されたと 記され、1653年は2つの大きな水害が7月と8月 に発生し、そのうち7月の災害に関しては、「山 崩れて」との記載がある。広島県庁(1925)には、 嘉永3(1850)年の大雨で広島に大洪水が発生し たとの記述がある(Table 2)。

809年の災害は六国史の一つに記されているこ とから、当時の中央政府に伝える程の大災害で あったことがうかがえ、1850年の災害は「寛政八 年以来の大水なり」とも記されていることから、 広島が甚だしい大雨に見舞われたことが推察され る。いずれの災害も場所の詳細が記載されていな いので、このときに上山川や可部沢で土石流が発 生していたかは定かではないが、今後の史料調査 において,どの時代の史料に的を絞れば良いのか, その一助にはなろう。

上記の土石流イベントと歴史記録が対応した場 合,Fig.9から,可部沢ではE4とE5の間の約800 年間,上山川ではE3とE6の約1000年間,土石流 が発生していないと読み取ることができる。しか し,沖積錐は谷口付近から低地に向かって,幾度 も流れる方向を変えながら土石流が流下して形成 される地形であるため,発生周期や頻度への読み 替えには注意が必要である。したがって,今回の 調査によって明らかにされていない土石流堆積物 が存在していることが想定されるため,土石流の 発生履歴を正確に推定するためには,沖積錐の横 断方向での土石流堆積物調査を追加したり,詳細 な史料を収集・分析したりするなど,情報を補足 していく必要がある。

### 7. まとめ

2014年8月に広島市で発生した土砂災害に関連 して、広島市の土砂災害発生履歴を明らかにする ことを目的とした現地調査および放射性炭素年代 測定を実施した。現地調査の結果、今回災害が発 生した2つの渓流で、複数枚の層相の異なる古い 土石流堆積物が確認された。このことはこの地域 において特性の異なる土石流が、過去に繰り返し 発生してきたことを示す。また、過去の土石流堆 積物中に含まれていた炭化物や有機質土の<sup>14</sup>C年 代測定の結果から、少なくとも八木・緑井地区(上 山川)では1~2世紀, 5~6世紀, 7~8世紀, 19世紀に、可部東地区(可部沢)では8~9世紀、 16~17世紀、20世紀以後に土石流が発生したと推 定される。今後、詳細な史料の収集・分析から災 害の様子を明らかにすると共に、土砂災害の長期 評価にあたり、どのような条件が揃えば土石流を 発生させる渓流となるのか、地形やその構成物の 物性の変化を把握しつつ、土石流の発生間隔・頻 度を踏まえた災害リスクの評価手法の確立を目指 していきたい。

#### 謝辞

山梨大学・後藤聡准教授,エコサイクル総合研 究所・中野裕司氏には現地にて有益な議論をして いただいた。放射性炭素年代測定はパレオ・ラボ に依頼した。3名の匿名査読者からは本稿の改善 にあたって有益なご意見をいただいた。以上の 方々に感謝申し上げます。

本研究は科研究費補助金(特別研究促進費) 「2014年8月豪雨により広島市で発生した土石流 災害の実態解明と防災対策に関する研究」(代表 者山本晴彦),国土技術研究センター研究開発助 成金「土石流危険渓流の長期リスク算定と地域社 会がもつ災害ポテンシャルの変遷に関する研究」 (代表者鈴木素之)の一部を使用した。

### 参考文献

- 地質調査所:20万分の1地質図広島,1986.
- 地質調査総合センター:20万分の1日本シームレス 地質図,数値地質図 G-16, DVD, 2009.
- 土木学会:1999年広島土砂災害調査報告書,1999.
- 土木学会・地盤工学会:平成26年広島豪雨災害 合同緊急調査団調査報告書, p121, http:// committees.jsce.or.jp/report/system/ files/20141008hiroshima\_report3.pdf.pdf, 2014 (閲覧日:2015年6月10日)
- 広島県庁編:廣島縣史 附録芸備年表,帝国地方行政 学会,86p,1925.
- 広島市:広島新史地理編, 925p, 1983.
- 稲垣秀輝:平成26年度広島土砂災害の沖積錐の地形・ 地質学的特徴,日本応用地質学会平成26年広島 災害調査報告書,65-74,2015.
- 国土地理院 (2014) 平成26年 (2014年) 8 月豪雨に よる被害状況に関する情報. http://www.gsi. go.jp/BOUSAI/h26-0816heavyrain-index.html. (閲覧日: 2015年6月10日)
- 頼 杏坪·加藤株鷹·頼 舜壽·黒川方桝·津村聖 山·吉田吉甫·正岡元翼編:芸藩通志,第一巻, 456p, 1981.
- P. Reimer, E. Bard, A. Bayliss, J. Beck, P. Blackwell, C. Ramsey, C. Buck, H. Cheng, R. Edwards, M. Friedrich, P. Grootes, T. Guilderson, H. Haflidason, I. Hajdas, C. Hatté, T. Heaton, D. Hoffmann, A. Hogg, K. Hughen, K. Kaiser, B. Kromer, S. Manning, M. Niu, R. Reimer, D.Richards, E. Scott, J. Southon, R. Staff, C. Turney, J. Plicht: IntCall3 and Marinel3 Radiocarbon Age Calibration Curves 0–50,000 Years cal BP. Radiocarbon, 55, 1869–1887. DOI: 10.2458/azu\_js\_rc.55.1694, 2013.
- 山本晴彦・小林北斗:2014年8月20日に広島市で発 生した豪雨と土石流災害の特徴,自然災害科学, Vol.33 No.3, 293-321, 2014.

(原稿受理:平成27年6月24日 訂正稿受理:平成27年12月15日)

#### 要 旨

低頻度の大規模自然災害の場合は、数百年や数千年といった長い期間で自然現象を捉えてい くことが必要であり、土砂災害に対しても、人々が暮らす地域に到達するような土石流が発生 する可能性や、発生周期を踏まえた長期的評価を行うことは重要である。2014年8月に広島で 発生した豪雨は、多くの土石流を引き起こした。本研究では土砂災害が発生した渓流の土石流 発生履歴を推定するために、現地調査と放射性炭素年代測定を行った。その結果、今回災害が 発生した八木・緑井地区と可部東地区の2つの渓流で、複数枚の古い土石流堆積物が確認され た。また、土石流堆積物中に含まれていた炭化物や有機質土の年代値を踏まえると、八木・緑 井地区の上山川では、少なくとも1~2世紀、5~6世紀、7~8世紀、19世紀に、可部東地 区の可部沢では、8~9世紀、16~17世紀、20世紀以後に土石流が発生したと推定された。