

## 篠山層群の調査研究および教育普及を支援する人材の育成

池田忠広<sup>1)\*</sup>・久保田克博<sup>2)</sup>・田中公教<sup>1)</sup>・生野賢司<sup>2)</sup>・三枝春生<sup>1)†</sup>・  
半田久美子<sup>3)</sup>・加藤茂弘<sup>3)</sup>・佐藤裕司<sup>1)</sup>・太田英利<sup>1)</sup>

**Training programs for volunteers supporting research and  
educational activities on the geology and paleontology  
of the Cretaceous Sasayama Group, Hyogo, central Japan**

Tadahiro IKEDA<sup>1)\*</sup>, Katsuhiko KUBOTA<sup>2)</sup>, Tomonori TANAKA<sup>1)</sup>, Kenji IKUNO<sup>2)</sup>,  
Haruo SAEGUSA<sup>1)†</sup>, Kumiko HANDA<sup>3)</sup>, Shigehiro KATO<sup>3)</sup>, Hiroshi SATO<sup>1)</sup> and Hidetoshi OTA<sup>1)</sup>

## 要 旨

兵庫県立人と自然の博物館は白亜系篠山層群の調査研究やボランティア人材の育成などの各種課題の解決に取り組むべく恐竜事業推進タスクフォースを編成し、「篠山層群化石を活用した地域活性化を目指す人材育成システム構築事業」を企画、推進している。本事業においては、時限付きではあるが恐竜化石総合ディレクターが配置され、篠山層群の発掘調査、調査研究・教育普及・化石剖出に携わるボランティアの育成、および教育普及活動が行われている。一連の活動を通して、学術的価値の高い化石標本が複数確認されるとともに、100名を超えるボランティアが育成され、調査研究、教育普及、地域振興活動が促進されている。本事業はおおむね良好な成果をあげていると評価できるが、それぞれに課題がある。その中でもボランティアの長期的な育成・調整や活動支援のためには、恐竜化石総合ディレクターのような人材を継続的に確保することが必須である。

**キーワード:** 篠山層群, ボランティア, 恐竜化石総合ディレクター, 育成, 兵庫県

(2022年5月24日受付, 2022年7月13日受理, 2023年3月10日発行)

<sup>1)</sup> 兵庫県立大学 自然・環境科学研究所 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘 6 丁目  
Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo; 6 Yayoigaoka, Sanda, Hyogo, 669-1546 Japan  
併任: 兵庫県立人と自然の博物館 自然・環境評価研究部 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘 6 丁目  
Concurrent office: Division of Natural History, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo; 6 Yayoigaoka, Sanda, Hyogo, 669-1546 Japan

<sup>2)</sup> 兵庫県立人と自然の博物館 自然・環境評価研究部 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘 6 丁目  
Division of Natural History, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo; 6 Yayoigaoka, Sanda, Hyogo, 669-1546 Japan  
併任: 兵庫県立大学 自然・環境科学研究所 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘 6 丁目  
Concurrent office: Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo; 6 Yayoigaoka, Sanda, Hyogo, 669-1546 Japan

<sup>3)</sup> 兵庫県立人と自然の博物館 自然・環境評価研究部 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘 6 丁目  
Division of Natural History, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo; 6 Yayoigaoka, Sanda, Hyogo, 669-1546 Japan

\* Corresponding author: tiked@hitohaku.jp

† 故人 Deceased.

## はじめに

兵庫県丹波篠山市および丹波市南東部には、下部白亜系篠山層群大山下層が分布している(吉川, 1993; Hayashi et al., 2017 など). 2006 年 8 月, 同層が露出する丹波市山南町上滝の篠山川河床(上滝第一[丹波竜発見地]: Kamitaki Bonebed Quarry, Tanaka et al., 2020)より竜脚類恐竜の化石が発見された(三枝ほか, 2007). この恐竜化石, 通称“丹波竜”は, 後に *Tambatitanis amicitiae*として記載されることとなる(Saegusa and Ikeda, 2014). この発見を契機として同地では複数年にわたり大規模な発掘調査が実施され, 本種の体骨格や歯, 他の恐竜類の歯や卵殻, カエルやトカゲなどの小型脊椎動物, カイエビ類などの無脊椎動物等, 多様な動物化石が確認されている(三枝ほか, 2008, 2010; Tanaka et al., 2016 など). また, 山南町上滝における恐竜化石の発見直後から, 大山下層が分布する各地で相次いで化石が報告された. 2021 年 1 月現在で 6 地点の化石産地(丹波市山南町上滝第一・第二, 丹波篠山市大山下, 宮田, 西古佐, 川代 1 号トンネル; 丹波地域恐竜化石フィールドミュージアム推進協議会, 2021)が確認され, 優に 4 万点を超える化石資料が採取されている. 採取された化石は兵庫県立人と自然の博物館(以下, 人博)に保管されており, 一部については詳細な研究が進められ, その成果が学術論文として公表されている(Saegusa and Tomida, 2011; Kusuhashi et al., 2013; Ikeda and Saegusa, 2013; Saegusa and Ikeda, 2014; Ikeda et al., 2015, 2016, 2021; Tanaka et al., 2016, 2020, Amiot et al., 2021). こうした成果は学術的課題の解決のみならず, 教育普及や地域振興にも活用されており, さらなる研究の推進や成果の公表が様々な側面から期待されている(池田, 2012).

篠山層群産化石の研究は, 人博の研究者を中心とした国内外の研究者により進められているが, このような研究活動は人博の専門職員のみならず, 多くの愛好家や市民ボランティアの支援により成り立っている. 事実, 一連の化石発見の契機となった丹波竜化石の産地(上滝第一)や他の 2 つの産地(丹波篠山市宮田および西古佐)は地元の化石愛好家らにより発見された. また, 発掘調査には多数の市民ボランティアが参加しており, 調査の実施や円滑な運営にはその協力が欠かせない. 一部のボランティアは, 調査で得た経験と知識を生かして企業組合を組織し, 化石産地のガイドや発掘体験会等にも携わっており, 教育普及や地域振興にも大きく寄与している(池田, 2012). しかしながら, 時間の経過とともに新規のボランティア参加者は減少し, 育成の場となっていた発掘調査も規模が縮小され, 2012 年の丹波竜化石第六次発掘調査をもって一旦終了となったことから, ボランティアを恒常的に育成するのは困難な状況となっている. その上, 最初の発見から十数年が経過した現在, ボランティアの多くは高齢となり, 発見当初のような精力的な活動を継続していくことは難しくなっている.

このような中, 2015 年 8 月, 主要地方道篠山山南線川代

道路の川代 1 号トンネル建設工事で発生した大山下層に由来する岩砕より, 多数の貝類とともに, 角竜類(恐竜類)の下顎など複数の脊椎動物化石が発見された. 岩砕の総量は約 1730 m<sup>3</sup>あり, 世界的にも貴重な化石が多数含まれている可能性が高いことから, 継続して調査を実施する必要があると判断された. また, 上滝第一(丹波竜発見地)の未調査岩砕は調査研究, 教育普及および地域振興の一環として発掘体験会(詳細は池田, 2012 を参照)で使用されてきたが, 残り少なくなってきたため, 特に地元の自治体や団体から, 新たな岩砕の確保を求められていた. したがって, 川代 1 号トンネル岩砕(以下, トンネル岩砕)に対しては, 学術面のみならず, 教育普及や地域振興の材料としての期待も高く, 新たな調査事業やトンネル岩砕を活用するための仕組み, それを担う人材の育成について, 早急に検討する必要が生じた. 加えて, 篠山層群から産した化石資料の整理・剖出作業は専門技師により進められているが, 作業量には限りがある. それゆえ, その推進のために作業を支援する新たなボランティアの育成や育成システムの構築などが議論されていた.

こうした状況を受け, 人博は篠山層群の調査研究の推進やボランティアの育成といった各種課題の解決に取り組むべく恐竜事業推進タスクフォースを編成し, 「篠山層群化石を活用した地域活性化を目指す人材育成システム構築事業(予定期間 13 年)」(以下, 人材育成事業)を企画した. そして, 人博を所管する兵庫県教育委員会との協議の結果, 本事業は県の重要施策の一つに位置付けられた. 本事業は 2017 年度に開始し, 前述した課題の解決に専任で取り組む「恐竜化石総合ディレクター」(3 ヶ年)を配置し, トンネル岩砕等の調査を実施するとともに, 発掘調査, 教育普及, 化石剖出に携わる各種ボランティアの育成・調整, 教育普及活動, および関連する制度の見直しや設計に取り組んでいる. 本論では, 人材育成事業の概要とこれまでの成果, 事業を通して見えてきた課題, 今後の対応策について述べる.

本論で頻出する略語: 人博, 兵庫県立人と自然の博物館; トンネル岩砕, 川代 1 号トンネル岩砕; 人材育成事業, 篠山層群化石を活用した地域活性化を目指す人材育成システム構築事業; 恐竜 TF, 恐竜タスクフォース; 恐竜 D, 恐竜化石総合ディレクター; 発掘 V, 発掘調査ボランティア; 教育 V, 教育普及ボランティア; 剖出 V, 化石剖出ボランティア; 化石工房, 丹波市立丹波竜化石工房; 市民研究所, 丹波篠山市立太古の生きもの館太古の生きもの市民研究所.

## 恐竜化石総合ディレクター

1992 年に開館した人博には, 2022 年 4 月現在で自然科学や社会科学を専門とする 31 名の研究員が在籍しており, 2002 年度から研究開発部門に加えて事業系部門も研究員

が兼務することで、事業の円滑な推進に取り組んでいる。2006年に篠山層群から恐竜化石が発見されたことを受けて2007年度から「恐竜・化石タスクフォース」と称したタスクチーム(2013年度末で一旦廃止し、2017年度は恐竜事業推進タスクフォース、2018年度からは恐竜タスクフォースに名称変更。以下、恐竜TF)が組織され(兵庫県立人と自然の博物館編、2011)、関連事業の運営、各自治体の事業の支援および調整を行っている。その中で、篠山層群および産出化石に関する調査研究や教育普及活動は、主として地球科学を専門とする研究員が担っており、関連して各種ボランティアの育成や連携活動グループの支援も行ってきた(池田、2012)。しかしながら、研究員が担う業務は多岐にわたり、その継続的な育成や支援が十分にできない状況にあった。そこで人材育成事業を立案する際、ボランティアの育成やそのシステムの構築、また関連事業の推進に専任で取り組む人材の必要性を県に訴えた。交渉の結果、新たな人材の必要性は認められたものの、職員の採用計画や人数は県全体で管理されており、行財政構造改革において定員削減に取り組む中で常勤職員として配置することは困難とされた。そこで、事業全体の基礎を構築する重点期間を開始年度から3ヵ年とし、業務遂行の中心的な役割を果たす人材を時限付きの非常勤嘱託員(2020年4月以降は、会計年度任用職員)として採用することとなった。

### 1. 新たな嘱託員区分の設置

兵庫県においては、各事業の推進や支援に取り組む人員として多くの会計年度任用職員が採用されている。博物館施設等では「人博・科学コミュニケーター」や「兵庫県立考古博物館・埋蔵文化財普及啓発コーディネーター」などがそれにあたり、事業内容に応じて区分(職名称)、職務内容、任用条件、報酬等が定められている。これらにならい、本事業においても人材

を確保すべく、新たな嘱託員区分「恐竜化石総合ディレクター」(以下、恐竜D)を設定することとなった。職務内容は、人材育成事業の内容および目的から以下のものとされた。人材育成事業に直接関連する職務として①篠山層群化石関連事業に関する企画運営および関係機関等との連絡調整、②発掘調査の企画運営、③化石剖出技師の育成、④各種ボランティアの育成プログラムの企画開発があり、これらに係る職務として⑤各地の博物館、研究機関等との学術交流および情報交換、⑥広報機関(新聞・テレビ・ラジオ等)との連絡調整、⑦常設展や企画展の企画運営、⑧展示物や広報物の企画製作、および⑨上記に掲げるもの他、所属長が必要と認める業務である。

このように、職務内容はボランティアの育成にとどまらず、篠山層群産化石に関連したあらゆる業務にわたる。そのため採用条件として、発掘調査や化石剖出等の実務経験、また地質学および古生物学の高い専門性や知識を有することが必須とされ、そのことから恐竜Dは、大学院修士課程(博士前期課程)修了以上、またはこれと同等の能力を有すると認められる職歴をもつ人材とされた。報酬等については、本嘱託員の業務が多岐にわたり、研究員と同等の高い専門性や成果が求められることから、任期付研究員相当と、他の嘱託区分に比べ高額に設定された。これらの職務内容・採用条件で恐竜Dが公募(兵庫県立人と自然の博物館、2017)され、2017年6月から2020年3月まで1名が配置された。

### 2. 業務内容の概要

職務内容に従って恐竜Dが携わった業務は、発掘調査の企画運営(上記の①、②、⑤、⑥)、化石剖出技師の育成や各種ボランティアの育成・調整(③、④)、教育普及活動(⑦、⑧)に大別される(図1)。

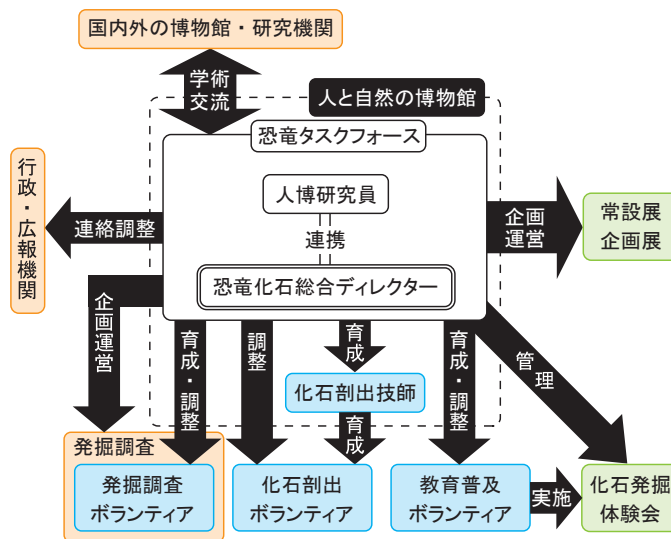


図1 恐竜化石総合ディレクターの主な業務。オレンジ枠：発掘調査の企画運営。青枠：各ボランティアの育成・調整。緑枠：教育普及活動。

## 2-1. 発掘調査の企画運営(図1のオレンジ枠;詳細は「篠山層群の発掘調査」の章を参照)

- ① 調査前:企画書の作成(時期,期間,対象,方針など);施設利用に関する行政機関や業者との各種調整;参加者(人博研究員やボランティア)への諸連絡;調査用資材の準備・運搬・管理
- ② 調査中:参加者の対応・集計・調整;産出化石の管理
- ③ 調査後:調査用資材の撤収;事業終了の報告書作成;実績(参加者数,調査済み岩砕量,産出化石数など)の集計;次年度に向けた調査の準備

## 2-2. 化石剖出技師の育成や各種ボランティアの育成・調整(図1の青枠;詳細は「各種ボランティアの育成・調整」の章を参照)

- ① 発掘調査ボランティア(以下,発掘V):募集要項の策定,関係書類の作成;ボランティア募集の周知・応募情報の取りまとめ;参加日数の集計・管理;化石判別講座の実施;調査方法の指導
- ② 教育普及ボランティア(以下,教育V):従来認定制度(発掘体験指導員)の見直し;新たな認定制度(化石専門指導員)の企画・策定;認定対象者の集計;認定講習会および試験の実施;認定に関する書類の作成;化石発掘体験会の実施マニュアルの作成;化石専門指導員の活動支援・調整
- ③ 化石剖出ボランティア(以下,剖出V):化石剖出技師の育成や,剖出の方針やボランティアの育成に関する技師との協議;ボランティアの受入体制および育成法の構築;ボランティア募集内容の策定および関係書類の作成;ボランティア募集の周知;ボランティア事前説明会の実施;受入書類の作成;ボランティア活動日時の集計と調整

## 2-3. 教育普及活動(図1の緑枠)

- ① 化石発掘体験会の管理:実施申込の受付・管理;未調査岩砕の貸出・管理;採取された化石資料の集計・管理;発見者リストおよび報告書の受付・管理
- ② 展示の企画運営:恐竜ラボの常設展示の見直し;関係施設と連携した企画展示の実施

上記のように恐竜Dが携わった業務は多岐にわたり,他にも館内および関係機関との調整・交渉,研究員との業務調整,化石剖出技師やボランティア各人へのきめ細やかな対応など,多くの調整業務にも携わっていた。とりわけ各種ボランティアの育成・調整において,3種のボランティアごとに募集・受入方法,認定・評価の方法と基準,および育成・調整の手法を体系だてて整備し,具体的な業務(実務)として確立,推進できるようにしたことは,恐竜D無くしては実現できなかった。恐竜Dは人材育成事業において中心的な役割を担い,事業の基盤構築および推進に大きく貢献したといえる。これらの成果からこの職の存続が期待されたが,2020年3月末日をもって職枠が廃止

され,上記の業務は研究員に引き継がれた。

## 3. 課題と対応策

恐竜Dの配置により人材育成事業の各種の基盤が作られ,その推進の上でも恐竜Dの貢献は大きい。事業の継続や発展を目指すなら,恐竜Dや化石剖出技師(池田ほか,2014)のような専門職を配置し,継続的に雇用することが望ましい。しかしながら,人博も含め国内の多くの博物館ではこのような専門職を常勤職として採用している施設は少なく,学芸員や研究員が,本来は彼らが担うべき業務を担当している。欧米の博物館(例えば,National Museum of Natural History,付記を参照)では業務が細分化され,職による役割と責任が明確に定められている。このような方式が日本の博物館にふさわしいかについては議論の余地があるが,人博では現実として,博物館の根幹をなす活動である資料の保管が化石剖出技師や資料整理員といった非常勤職員の支えによって成り立っている。標本・資料そのものだけでなく,それらを適切に保管する技術を確実に継承していくためにも,このような職種の適正な評価と待遇の改善が,博物館はもちろん社会教育施設全体に必要であると考えられる。今後も,恐竜を主とする篠山層群産化石の関連事業を展開する中で,これら専門職による成果およびその重要性を各種論文や報告(例えば,池田,2012;池田ほか,2014),セミナーを通じて一般にも広く伝えるよう努めたい。

## 篠山層群の発掘調査

人材育成事業の開始後,人博では篠山層群の化石産地のうち上滝第一(卵化石発見地)および川代1号トンネルの2地点をボランティアと協働で調査した。上滝第一(卵化石発見地)では2018年度に大規模な調査が実施されており,その詳細は久保田(2019),兵庫県立人と自然の博物館(2019,付記を参照)およびTanaka et al.(2020)を参照されたい。ここでは,現在も継続しており発掘Vの主な育成機会となっているトンネル岩砕の調査(表1)について,その概略を述べる。

主要地方道篠山山南線川代道路の川代トンネル(2015年2月に着工)の建設に伴い,篠山層群大山下層を掘削することが計画された。地質図の判読により,掘削予定の同層は丹波篠山市大山下の篠山川河床に露出する地層と同層準と推定された。この河床に露出する地層の一部の泥岩層では,2008年7月に獣脚類の歯や貝類の化石が確認されている(表1)。したがって,この化石含有泥岩層が側方に連続すると仮定すると,川代1号トンネルの建設工事中に掘削されることが推測された。この工事においては,トンネル掘削前に実際の地質・構造を確認するために水平ボーリングコアが採取されており,コア中に当該の泥岩層が確認された。同層が含まれているコア中の深度から掘削日が予測され,予測日に掘削された泥岩層を含む岩砕は工事管理者の協力の下,廃棄前に丹波篠山市大山下地内に一時保管された(図2A)。

表 1 川代第 1 トンネル岩砕の調査史. 主管, 土木: 兵庫県丹波土木事務所, 人博: 兵庫県立人と自然の博物館, 丹波: 兵庫県丹波県民局, 篠山市: 篠山(現丹波篠山)市役所, 丹波市: 丹波市役所, FM: 丹波地域恐竜化石フィールドミュージアム推進協議会. 実施場所, 篠山大山下: 丹波篠山市大山下地内, 公園太古: 兵庫県立丹波並木道中央公園内太古の生きもの館裏, 丹波上滝: 丹波市山南町上滝地内, 公園広場: 兵庫県立丹波並木道中央公園内あおぞら広場, 人博ジーン: 人博ジーンファーム横.

年	月	内容	主管	実施場所	市民 参画
2008	7	丹波篠山市大山下の篠山川河床に分布する篠山層群大山下層の泥岩層から、小型 獣脚類恐竜の歯および貝類の化石を発見		篠山大山下	
2015	2-	川代トンネルの建設工事が開始され、脊椎動物化石含有層と予測される層準とそ の上下の層に由来する岩砕を丹波篠山市大山下地内に一時確保	土木	篠山大山下	
	8	調査(1日間): 骨片、貝類の化石を発見	人博	篠山大山下	
	10	調査(1日間): 角竜類の頭骨の一部、脊椎骨、四肢骨の一部を発見	人博	篠山大山下	
	11	調査(1日間): 角竜類の頭骨の一部を発見	人博	篠山大山下	
	12	調査(1日間)	人博	篠山大山下	
2016	8	約100㎡の岩砕を丹波篠山市大山下地内から県立丹波並木道中央公園内の丹波篠 山市立太古の生きもの館裏に運搬	丹波 篠山市	公園太古	
	9	調査(1日間)	人博	篠山大山下	
	9	調査(1日間)	丹波 篠山市	公園太古	
	12	調査(1日間)	人博	篠山大山下	
2017	3	約220㎡の岩砕を丹波篠山市大山下地内から丹波市山南町上滝地内に運搬	丹波市	丹波上滝	
	3	調査(2日間)	丹波市	丹波上滝	
	10	調査(1日間): 竜脚類の歯を発見	FM	公園太古	○
	11	調査(6日間): 角竜類の頭骨の一部を発見	丹波市	丹波上滝	○
	12	調査(1日間)	FM	公園太古	○
	12	調査(1日間)	FM	丹波上滝	○
2018	1	トンネル岩砕からの脊椎動物化石発見を日本古生物学会にて発表(三枝ほか、 2018)	人博	愛媛大学	
	2	約220㎡の岩砕を丹波篠山市大山下地内から県立丹波並木道中央公園内あおぞら 広場に運搬	人博	公園広場	
	3	調査(11日間)	人博	公園広場	○
	4-6	約1,060㎡の岩砕を丹波篠山市大山下地内から人博ジーンファーム横に運搬	人博	人博ジーン	
	5	調査(12日間)	人博	公園広場	○
	10	調査(12日間)	人博	公園広場	○
	11	調査(6日間)	丹波市	丹波上滝	○
2019	3	県立丹波並木道中央公園内あおぞら広場の未調査岩砕を篩いで160㎡を処理 県立丹波並木道中央公園内あおぞら広場の調査済岩砕を50㎡廃棄 100㎡の未調査岩砕を人博ジーンファーム横から県立丹波並木道中央公園内あお ぞら広場に運搬	人博	人博ジーン・ 公園広場	
	5	調査(14日間)	人博	人博ジーン	○
	10	調査(14日間)	人博	公園広場	○
2020	2	調査(6日間)	丹波市	丹波上滝	○
	3	県立丹波並木道中央公園内あおぞら広場の未調査岩砕を篩いで140㎡を処理 県立丹波並木道中央公園内あおぞら広場の調査済岩砕を100㎡廃棄 100㎡の未調査岩砕を人博ジーンファーム横から県立丹波並木道中央公園内あお ぞら広場に運搬	人博	人博ジーン・ 公園広場	
	9	調査(14日間)	人博	人博ジーン	○
	10-11	調査(12日間)	人博	公園広場	○
2021	2	調査(6日間)	丹波市	丹波上滝	○
	3	人博ジーンファーム横および県立丹波並木道中央公園内あおぞら広場の調査済岩 砕をそれぞれ100㎡廃棄	人博	人博ジーン・ 公園広場	
	5-6	調査(12日間)	人博	人博ジーン	○
	10-11	調査(12日間)	人博	公園広場	○
2022	3	人博ジーンファーム横と県立丹波並木道中央公園内あおぞら広場の調査済岩砕を それぞれ95㎡と100㎡廃棄	人博	人博ジーン・ 公園広場	

人博研究員が2015年8月に化石の含有状況を確認したところ、岩砕から骨片や貝類の化石が確認され、同年10月と11月には角竜類(図2B)など複数点の化石資料が発見された。これらのことから、本岩砕には多数の貴重な動物化石が含まれることが推測され、可能な限り化石資料を採取して研究を進める必要があると結論された。調査対象とする岩砕は総量が約1730 m<sup>3</sup>と膨大であることから、短期間で調査を完了す

ることは難しいため、岩砕を一定期間保管し、定期的に調査を実施することが計画された。また、関係機関との協議の結果、この調査は研究のみならず、普及教育や地域振興の機会としても活用されることになり、全量のうち約100 m<sup>3</sup>を丹波篠山市、約220 m<sup>3</sup>を丹波市、残りの約1410 m<sup>3</sup>を人博が管理することに決まった。現在、人博研究員や各自治体の教育V(化石専門指導員)の指導の下、市民参画型の調査が継続されている。



A



B

図2 川代第1トンネル岩砕。A. 丹波篠山市大山下地内に一時保管されたトンネル岩砕。B. トンネル岩砕から発見された角竜類恐竜の化石。

## 1. 概要

人博が管理するトンネル岩砕の総量は約1410 m<sup>3</sup>に上り、うち約1060 m<sup>3</sup>が人博ジーンファーム横、残りの約350 m<sup>3</sup>が兵庫県立丹波並木道中央公園内あおぞら広場(占用許可を得た区域)に保管されている。2018年以降、これらを対象とした石割調査が春季に前者、秋季に後者で各2週間、県内外から満18歳以上の方を対象にボランティアを募集し、実施されている(表2, 兵庫県立人と自然の博物館, 2021)。

## 2. 準備・方法

トンネル岩砕の石割調査を計画するにあたり、まず恐竜TF内で企画内容(実施時期、期間、対象、調査方針等)を協議する。協議の結果に基づき、実施場所の管理者や事業者と調整し、必要に応じて追加の占用許可申請や企画書の提出等の事務手続きを行う。特に調査方針は、これまでに岩砕から産出した化石の産状に基づき、慎重に検討される。その後、発掘Vの募集や人博研究員の日程調整を行うほか、実施場所付近に設置された倉庫に調査用資材を運搬する。

トンネル岩砕は泥岩、砂岩、礫岩および凝灰岩など複数の岩石から構成されている。これらのうち、2015年に骨や貝類の化石が発見された岩砕が黒色～暗灰色泥岩であったことから、それに類似した岩石を主な調査対象とし、以下の手順で石割調査を実施した:①化石を包含すると推定される岩石を識別する(図3A);②調査対象の岩石の表面を肉眼もしくはルーペで観察し化石の有無を確認する(図3B);③表面に化石がみられない場合は、ハンマーで岩石を割り、破断面で化石の有無を確認する(図3C);④表面に化石らしきものが見られた場合、人博研究員もしくは恐竜Dに化石か否かを確認する(図

3D);⑤①～④を繰り返し、岩石を拳大の大きさにまで割り、表面に化石が見られないものは調査済みとして処理する(図3E);⑥化石が確認された場合は、岩屑をサンプル袋に入れ、番号(採取日、通し番号)、発見者、化石の種類(貝類化石や骨片等、判別できれば肉食恐竜の歯など種別まで)を記録する;⑦①～⑥を繰り返す。このような方法で化石資料を採取し、人博恐竜ラボで保管する。

調査終了後、調査用資材を撤収し、最終的な参加者数、調査済み岩砕量および産出化石数を集計し、その結果を恐竜TF内で共有し、研究や今後の調査の方針について協議する。また予算に応じ、年度末に未調査岩砕の人博から県立丹波並木道中央公園への運搬と、重機を用いた篩いによる岩砕の選別(図3F)および調査済み岩砕の廃棄(2地点とも)を業者に依頼し、次年度に向けた調査の準備を行う。

## 3. 実績

人博が主管するトンネル岩砕の石割調査は2018年3月に開始され、2022年3月までに113日間実施された。これまでに約575 m<sup>3</sup>の岩砕が処理され、541点の化石資料が採取されている(表2)。これに他組織が主管する石割調査や後述する化石発掘体験での成果を加えると、2022年3月までに岩砕から採取された化石資料は約1800点に達する。そのうち、約1600点が二枚貝類や腹足類、生痕化石で、残り約200点が脊椎動物化石である。脊椎動物化石としては、角竜類の部分骨や未同定の恐竜類やワニ類の脱落歯、卵殻、カエルやトカゲの体骨格等が確認されている。これらの化石資料には保存状態の良い化石資料が複数含まれており、今後の研究の進捗が期待されている(三枝ほか, 2018)。

表 2 川代 1 号トンネル岩砕石割調査および上滝第一(卵化石発見地)発掘調査における発掘調査ボランティア V の活動記録. 公園広場: 兵庫県立丹波並木道中央公園内あおぞら広場, 人博ジーン: 人博ジーンファーム横.

川代 1 号トンネル岩砕										上滝第一 (卵化石発見地)						
調査概要	調査地点	公園広場	人博ジーン	公園広場	人博ジーン	公園広場	人博ジーン	公園広場	人博ジーン	公園広場	計	調査概要	調査地点	上滝第一 (卵化石発見地)		
期間	開始	2018/3/3	2018/5/15	2018/10/16	2019/5/14	2019/10/16	2020/9/19	2020/10/30	2021/5/21	2021/10/28		期間	開始	2019/1/8		
	終了	2018/3/15	2018/5/27	2018/10/28	2019/5/29	2019/10/31	2020/10/4	2020/11/12	2021/6/3	2021/11/10			終了	2019/3/9		
	調査日数	11日	12日	12日	14日	14日	14日	12日	12日	12日	113日		調査日数	61日		
募集	対象地域	兵庫県内に居住地、勤務地もしくは在学地を有する方			→		→		制限なし		→	募集	対象地域	兵庫県内に居住地、勤務地もしくは在学地を有する方		
	対象年齢	満18歳以上			→		→		→		→		対象年齢	満18歳以上		
	参加日数	3日以上			→		→		条件なし		→		参加日数	5日以上		
	広報手段	人博ウェブサイトへの募集案内の掲載、丹波地域の5カ所に応募書類を配架およびポスターを掲示			→		各研究員のセミナーや「ちがくレター」での呼びかけを追加		→		→		広報手段	人博ウェブサイトへの募集案内の掲載、丹波地域の5カ所に応募書類を配架およびポスターを掲示		
発掘調査	登録人数	19名	14名	20名	20名	22名	22名	23名	12名	19名	注①) 171名	発掘調査	登録人数	注②) 68名		
	ボランティア	延べ参加者	74名	46名	57名	69名	65名	73名	65名	41名	62名	552名		ボランティア	延べ参加者 434名	
	調査成果	産出化石数	29点	14点	30点	290点	50点	79点	9点	29点	11点	541点		調査成果	産出化石数 1018点	
	主な化石	恐竜類、ワニ類、カエル類、二枚貝類、腹足類ほか			→		→		→		→		主な化石	恐竜類、卵殻ほか		

注①: 重複除いた実数81名

注②: 卵化石発見地のみ40名、トンネル岩砕調査と両方18名



A



B



C



D



E



F

図 3 川代第 1 トンネル岩砕を対象とした石割調査の手順. A. 化石を含有すると推定される岩石を探す. B. 調査対象の岩石の表面を肉眼もしくはルーペで観察し化石の有無を確認. C. ハンマーで岩石を割り、破断面で化石の有無を確認. D. 化石らしきものが見られた場合、研究員に化石か否かを再確認. E. 表面に化石が見られない岩石は調査済みとして処理. F. 重機を用いた篩いによる岩砕の選別.

#### 4. 課題と対応策

トンネル岩砕の石割調査は年 2 回定期的に実施され、各回で化石の産出頻度に違いはあるものの、泥岩の他にも砂岩などで少数であるが化石を産出することや、産出が期待される化石の種類、産出頻度などが明らかになりつつある。当初は多数の脊椎動物化石が高頻度で産出することが期待されたが、これまでの調査の結果から、多数の二枚貝類や腹足類が産出する一方で、脊椎動物化石が発見される頻度は低いことがわかった。また、化石と母岩の色が類似しているため、化石の判別が比較的困難であることもわかった。これらの知見に加えて、今後調査を継続して岩砕や化石に関する情報を蓄積し、より効率的な化石採取を可能とする方法や、岩砕そのものを材料として教育活動に活用することを検討する。こうした検討が進めば、トンネル岩砕の調査が加速すると同時に、教育普及や地域振興の材料として岩屑がより積極的に活用されるであろう。

### 各種ボランティアの育成・調整

丹波市山南町上滝第一(丹波竜発見地)における恐竜等化石の発見以降、人博はそれらに関する調査研究、教育普及および地域振興などの様々な活動に取り組んでいる。その活動は多くのボランティアにより支えられており、各種事業を推進する上でその協力が欠かせない。現在、恐竜等化石に関係するボランティアは「発掘調査」、「教育普及」、「化石割出」の三つに大別され、人博はそれぞれを育成し、その支援のもと活動を展開している。ここでは、これらのボランティアの概要、募集方法、育成方法、実績および課題・対応策について述べる。なお、「発掘調査」と「教育普及」のボランティアは上滝第一(丹波竜発見地)等での発掘調査時から募集、育成しており、必要に応じて、当時と現在との比較を交えて記述する。

#### 1. 発掘調査ボランティア(発掘 V)

本論における発掘 V とは、人博が主管する調査事業の目的や意義等を理解し、自らの意思で調査に参加する者を指す。2017 年 3 月以降、121 名が登録し、2022 年 3 月末現在はトンネル岩砕および上滝第一(卵化石発見地)の岩砕を主な調査対象として活動している。

##### 1-1. 概要

従来、発掘 V は人博が主管する大規模調査(1~2 ヶ月規模)において募集され、その支援によって多数の貴重な化石資料が採取されてきた。2007 年から始まった丹波地域の恐竜化石事業においては、主に上滝第一(丹波竜発見地)にてボランティアを募った調査が行われていたが、2012 年の丹波竜化石第六次発掘調査をもって一旦終了となった。その後、上久下地域自治協議会(丹波市山南町の地元自治会)のボランティア有志が主導する小規模な試掘調査が複数回実施されていた

が、ボランティアを広く募る調査は長らく実施されていなかった。そのような中、2015 年 8 月にはトンネル岩砕から脊椎動物や貝類の化石が、2015 年 10 月には上滝第一(丹波竜発見地)から 10~20 m 南東に露出した泥岩層(上滝第一(卵化石発見地))から卵化石が密集して発見され、それらの重要性から新たな調査事業が企画された。前者は 2017 年 10 月以降、後者は 2019 年 1 月から 3 月に調査が実施され、その中でボランティアを募り育成を進めている。

##### 1-2. 募集方法

2007 年、上滝第一(丹波竜発見地)における丹波竜化石第一次発掘調査のボランティアを募集する上で、目的や作業内容、諸条件等を記した募集要項が作成された。その際、募集対象と参加日数の設定について議論された。丹波市山南町上滝からの恐竜化石の発見は多くのメディアで取り上げられ、世間一般の関心が非常に高いことが推察された。そのため、対象地域を制限せずにボランティアを募ると申込が殺到し混乱を生むことが懸念された。そこで地元自治体と協議し、発掘調査では地域住民の参画を優先すべきと考え、募集対象を「化石発見地近隣の住民(丹波市在住)」かつ「満 20 歳以上」とした。また、調査方法の理解や技能の習得には複数回の参加が必要であると考え、5 日以上参加を条件とした。その他、活動内容、諸注意等を記した募集要項、申請用紙、遵守事項を明記した参加同意書を作成し、人博に加え、第二次発掘調査以降は丹波市立丹波竜化石工房(以下、化石工房)にも配架し、ボランティアを募集した。

2017 年からはトンネル岩砕を対象とした調査が計画され、発掘 V を広く募集することとなり、募集対象と参加日数の条件について改めて検討した。丹波竜化石発掘調査では上記の理由から募集対象に制限を設けていたが、恐竜 D の配置や担当研究員の増員により、より多くのボランティアへの対応が可能となり、調査体制が見直された。結果として、募集対象は「近隣住民かつ満 20 歳以上」から「兵庫県内に居住地、勤務地もしくは在学地を有し、かつ満 18 歳以上の方」へとその範囲を拡大し、丹波竜化石発掘調査と比較すると調査手法が簡便となるため、参加日数も 5 日以上から 3 日以上へと条件が緩和された(表 2)。さらに 2021 年度からは、より多くの方の参画を受け入れるべく、地域の制限や日数の条件を廃し、年齢制限(満 18 歳以上)のみとした。2019 年に実施された上滝第一(卵化石発見地)の発掘調査においても、発掘 V が募集された。募集対象は 2018 年度のトンネル岩砕調査と同様(表 2)であり、上滝第一(丹波竜発見地)と同様の調査内容(久保田, 2019)であることから調査方法の理解や技能の習得に要する期間を考慮して、参加日数 5 日以上を条件とした。

2018 年以降の調査では、多くの方の参加を募るため、応募書類(募集要項、申請用紙、参加同意書)の配架場所やポスターの掲示場所を、既出の 2 ヶ所と丹波県民局、丹波の森公園、および丹波篠山市立太古の生きもの館の 5 ヶ所に増やし



た。また人博ホームページ(以下、人博 HP)への募集案内の掲載や各研究員のセミナーでの呼びかけに加えて、ボランティア参加者に情報をメール配信する「ひととはちがくレター」等を通じて呼びかけを行った。

### 1-3. 育成方法

発掘 V は、上述のように現在是一般の方を対象に広く募集している。参加者の多くは化石や地学に対する興味や関心が高いが、学術調査を実施できる知識や経験を有する方は少ない。したがって、より効率的かつ効果的な調査を運営する上では、ボランティアが発掘調査に関する正確な知識を得て、必要な技能を習得しておくことが望ましい。人博は複数の地点を対象に調査を実施しており、それぞれで岩石の特徴や化石の産状等が異なるため調査方針や留意点もやや異なるが、いずれにおいてもボランティアの育成は、調査の意義や方法、その必要性等の理解から始まる。具体的には、次の 4 つの段階からなる体系でボランティアの知識や技能の育成に努めている：① 調査地ごとの地質や産出化石を概説し、調査の意義や方法、留意事項等を詳細に説明する(図 4A)；② 道具の使用方法、化石含有岩砕の選別、化石の判別および資料の記録について実践を交えて指導する(図 4B)；③ ②の習熟度に応じて、削岩機の使用など、より高度な調査方法を指導する(図 4C)；④ 熟練ボランティアが新規ボランティアを育成する。①は現場もしくは室内で研究員や恐竜 D が対応している。②のうち、化石の判別は調査の基本であり、その能力の醸成には多くの時間と経験を要する。岩石を割り、その破断面を観察して化石の有無を判別し、その結果について研究員と対話を繰り返すことで、徐々にその能力が養われる。上滝第一(卵化石発見地)での発掘調査においては、丹波竜化石発掘調査時から参加している発掘 V の中に能力が一定段階(③)に達し、研究員と同様な掘削調査に携わる方が複数名いた。②や③の段階を経て調査技能を習得した発掘 V の中には、④段階に達してボランティアグループの中心的な存在となり、②や③段階発掘 V の指導者としての役割やトンネル岩砕の石割調査の取りまとめを担う方もいた。

### 1-4. 実績

2018 年より開始され、現在まで計 9 回実施されている人博主管のトンネル岩砕の石割調査では、各回約 10~25 名、延べ 171 名(重複除いた実数 81 名)が発掘 V として登録し、各回約 40~70 名、延べ 552 名が参加している(表 2)。これらの調査に他組織が主管するトンネル岩砕の石割調査や化石発掘体験会も併せると、約 1,800 点の化石が確認されている(前章の 3. 実績を参照)。2019 年 1 月から 3 月には、上滝第一(卵化石発見地)における調査が実施され、58 名(卵化石発見地のみ 40 名、トンネル岩砕調査と両方 18 名)が発掘 V として登録し、延べ 434 名が調査に参加した(表 2)。その結果、卵・卵殻化石(*Himeoolithus murakamii* など; Tanaka et al., 2020)を中心に、トカゲ類(*Morohasaurus kamitakiensis*

ほか; Ikeda et al., 2021)などの小型脊椎動物化石を含む 1000 点を超える資料が採取されている。丹波竜化石発掘調査以降では、現地調査で確認された化石資料の約 6 割が、ボランティアにより発見されたことになる。また発掘 V の中には、調査で学んだ知識や経験を活かして教育 V や剖出 V となり、追加資料の採取や地域振興、研究活動の支援など、活動の場を広げる方も見受けられる。



図 4 発掘調査ボランティア V の育成方法。

- A. 産地ごとの地質や産出化石を概説し、調査の意義や方法、留意事項等を詳細に説明し、個々の理解を深める。
- B. 道具の使用方法、化石含有岩砕の選別、化石の判別および資料の記録について実践を交えて指導する。
- C. 削岩機の使用など、より高度な調査方法を指導する。

## 1-5. 課題と対応策

トンネル岩砕調査および上滝第一(卵化石発見地)における調査には多くの発掘 V が参加している。そのうち、複数回の調査に参加しているボランティアは全体の約 4 割で、約 6 割は 1 回もしくは 2 回の試行的な参加に留まっている。丹波竜化石発掘調査では、化石が連日のように発見されるため、比較的多くの方が継続的に参加していた。これに対して現在実施しているトンネル岩砕調査では、化石の産出頻度が低く化石の判別も困難なために参加意欲を維持していくことが難しく、継続的に参加する発掘 V は限られている。発掘調査の意義や化石研究の重要性を広く伝えるためには、試行的参加の受け入れにも意義がある。しかしながら、継続的な参加により参加者に知識や技能が蓄積され、貴重な化石を発見することで達成感や充実感、より深い学びが得られると考えると、多くの方が自発的に継続的な参加を希望するような調査会を運営する必要がある。こうした状況を受け、2020 年度と 2021 年度には岩砕調査期間に合わせて地球科学をテーマとした連続セミナーを実施し、調査での体験に加えて座学による学習の機会も設けることで、参加意欲の向上に努めた。今後も発掘 V と意見交換をしながら、発掘調査およびボランティア制度の改善を検討していきたい。

## 2. 教育普及ボランティア (教育 V)

本論における教育 V とは、地質や化石等についてある一定の知識や技能(化石の判別能力等)を有し、自らの意思で化石発掘体験会等の教育普及活動に携わる者(化石専門指導員;旧発掘体験指導員)を指す。2022 年 3 月末現在で 20 名が登録し、上滝第一(丹波竜発見地および卵化石発見地)岩砕やトンネル岩砕を主な対象として活動している。

### 2-1. 概要

人博では研究員らが個々の専門性を活かし、様々な教育普及活動を館内外で実施している(例えば、兵庫県立人と自然の博物館, 2022)。その中に「化石発掘体験セミナー」と称して岩砕から化石を探す体験型のセミナーがあり、老若男女問わず多くの方が参加している。本セミナーが開催されるようになった契機は丹波竜化石の発掘調査である。大型の恐竜化石を発掘する際には大量の岩砕が発生する。それら岩砕の一部は発掘 V によって丹念に調べられ、恐竜類の歯やカエル、トカゲ類などの小型脊椎動物化石等が多数採取されている。しかしながら、調査対象の岩砕は毎回数十トンにもなり、期間中に全ての岩砕を調べきることは不可能である。そこで、これらの未調査岩砕(概算で 100 トン程度)を人博と発掘現場付近に全て保管し、発掘終了後も発掘 V の有志とともに定期的に調査していた。その際に「子供たちなどより多くの人が参加できる形にしてはどうか」という意見があり、学校団体や一般の方からも同様の要望が寄せられた。また地元自治体や地域住民は恐竜化石を地域振興の資源と捉えており、そのような側面からもこれらの岩砕を活用した事業の開催が強く期待された。そこで、上記

の意見や要望をもとに、調査の効率性や教育的効果を考慮して企画されたのが「化石発掘体験会」である。

この体験会を実施するために問題となったのは、指導員の確保である。セミナー開始当初は研究員が講師となって体験会を開催していた。しかしながら、研究員の業務が多岐にわたる中で、多数ある体験会の依頼全てに対応することは困難であった。この状況を打開するために考案されたのが「発掘体験指導員」制度である。これは発掘調査を通して化石を判別する技能を習得した者を指導員に認定し、学校などの主催者が一定の条件の下、指導員に講師を依頼することで、場所や時間を問わず体験会を開催できる制度である。これにより学校などの求めに応じて、頻繁に化石発掘体験会を実施することが可能となった。本制度は、2017 年度にトンネル岩砕を調査対象に加えたことに伴い見直され、「化石専門指導員」という新制度へ移行した。

### 2-2. 募集方法・認定方法

化石発掘体験会では、教育 V が発掘調査および石割調査の概要や意義を参加者に的確に説明し、化石であるか否かを正確に判別している。そのような技能を得るためには、人博が主管する発掘調査や化石剖出等の調査事業への参加が必須である。そのため、教育 V は他のボランティアのように一般から募集するのではなく、調査事業への参加実績に応じて該当者を個別に勧誘している。

旧制度(発掘体験指導員)においては、丹波市在住の方もしくは連携活動グループ(人博 HP「連携の方法」, 付記を参照)の構成員で、発掘 V として丹波竜化石発掘調査に 20 日以上参加している方、または人博や化石工房、もしくは丹波篠山市立太古の生きもの館太古の生きもの市民研究所(以下、市民研究所)で半年以上化石剖出作業に従事し、その技術が一定以上のレベルに達している方が該当者となっていた。旧制度(発掘体験指導員)における指導員の認定は、制度について口頭や書面で該当者に案内し、希望に応じて説明会を開催していた。説明会で参加者に制度の詳細や活動の意義、具体的な方法、注意事項等を解説した後、指導員として参加の意思を持ち活動理念に同意された方は、連携活動グループの構成員でなければ人博の「地域研究員」(人博 HP「連携の方法」, 付記を参照)に登録頂くか、新たに連携活動グループの一員となって頂いたうえで、「発掘体験指導員」に認定していた。

新制度(化石専門指導員)では、発掘 V か剖出 V として対象岩砕の石割調査に 45 時間以上参加された方、または人博および上記 2 つの施設で半年以上化石剖出作業に従事し、その技術が一定以上のレベルに達している方が該当者となっている(図 5)。指導員認定の流れはおおむね旧制度と変わらないが、講習会と化石判別試験を導入した点(図 5)が大きく異なる。旧制度で認定された指導員の多くは、毎年実施される丹波竜化石発掘調査で技能を研鑽する機会も多く、研究員は個々の化石判別能力を十分であると主観的に認識していた。現実

には、認定条件となる発掘調査への 20 日以上参加が必ずしも十分な化石判別能力に結びついていないという課題があった。化石産地の増加に伴い、化石発掘体験会の対象となる岩砕にも上滝第一(卵化石発見地)岩砕とトンネル岩砕が加わり、それらに対応した地質学および古生物学的知識を指導員が身につける必要も新たに生じた。そこで新制度においては、

化石産地(岩砕)ごとにその発見史や地質、産出化石の解説を行う講習会(図 6A)を受講し、その上で化石判別試験(骨化石、小動物化石、卵化石、礫、炭質物等を判別)(図 6B)を受けて基準(10 問中 8 問正解)に達した方を指導員として、化石産地ごとに認定している。この化石判別試験の導入により、客観的に個々の技能レベルを確認することができるようになった。

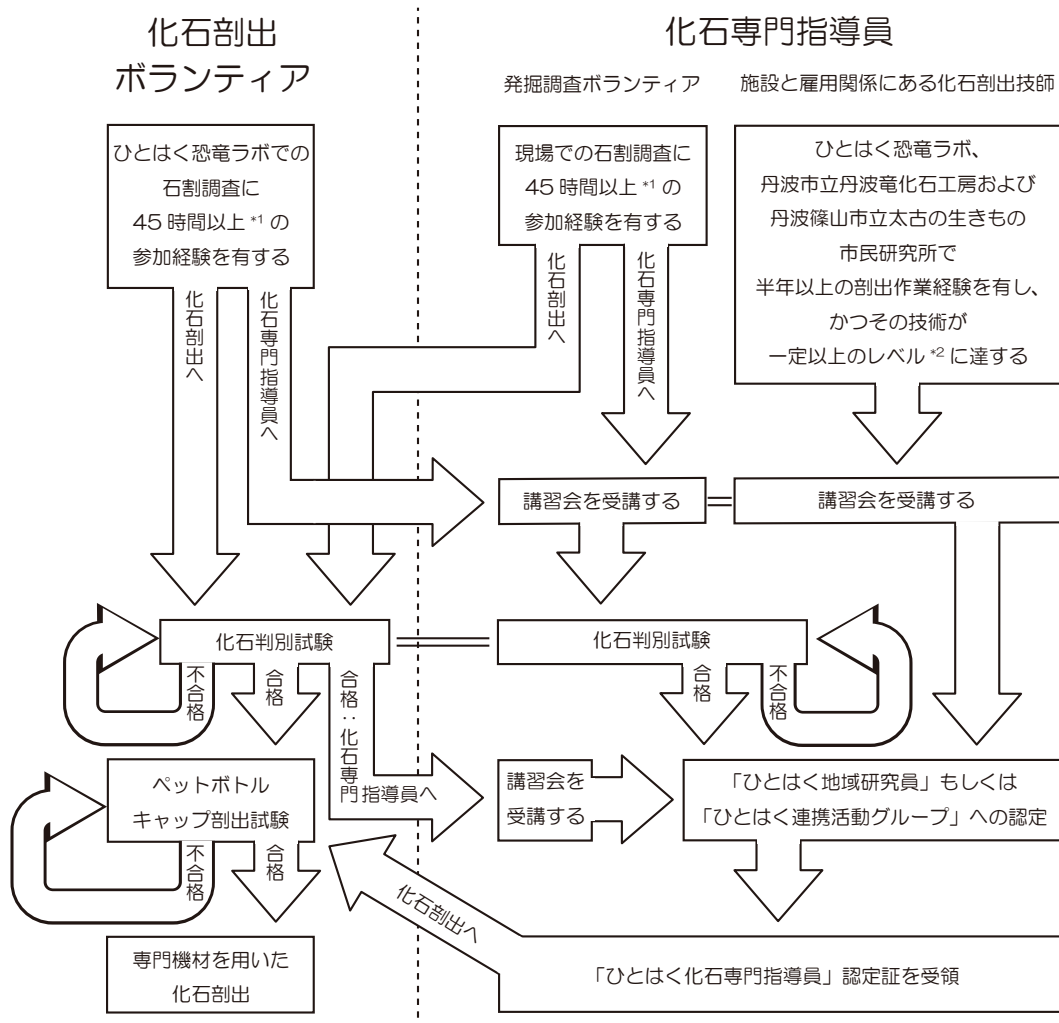


図 5 化石専門指導員の認定方法と化石発掘ボランティア V の育成方法の流れと相互関係。

### 2-3. 育成方法

教育 V が化石発掘体験会の指導員として活躍するには、調査の意義や方法を適切に説明する能力と化石を正確に判別する能力が必要となる。説明能力の向上のために、石割調査や講習会を通して身に付けた知識を基に、人博研究員が開催する化石発掘体験会に補助指導員として参加し、実地で経験を積む機会を設けている。化石判別能力については、教育 V の希望者は、人博が主管する石割調査を通して、研究員等の解説を受け試行錯誤を繰り返しながら徐々にその能力を養っていく。研究員や恐竜 D が講師となり、演習型の講義(化石判別講座)も開催している。この講座では希望に応じて試験を実

施して自身の能力を客観的に評価し、試験後には回答と正解を照らし合わせながら復習する機会を設けている。恐竜 D が中心となり、化石発掘体験会を開催する上での工程や注意事項を示した詳細なマニュアルも作成しており、教育 V はこのマニュアルを参照することで体験会を円滑に運営することが可能となっている。

### 2-4. 実績

2009 年度に「発掘体験指導員」制度が導入され、2017 年度からは「化石専門指導員」制度に移行し、2022 年 3 月末現在は 20 名が化石専門指導員(教育 V)に認定されている。教育 V の多くは、市民団体や連携活動グループ、地元自治会等

に所属し、それぞれの場で活動している。例えば、丹波市山南町上久下地域の地元有志は企業組合を組織し、丹波竜化石発見地近くに小展示室や休憩所、化石発掘体験道場(図6C)を備えた「元気村かみくげ」を運営している。この道場は特に好評で、地域資源を活かした教育普及の場として多くの学校団体が利用する一方、地域振興の場としての側面も強く、多くの来遊者が化石発掘体験を目的に訪れている。化石発掘体験会は、人博や元気村かみくげにて定期的に行われている(図6D)ほか、学校の課外授業や各種イベント等も合わせると、年間約650回実施されている。その多くは教育Vの下で実施さ

れ、これまでに体験会で採取された化石は約13000点に及び、篠山層群から採取された化石全体の約3割にあたる。その多くは骨の破片や貝類等の化石であるが、中には篠山層群動物相の種多様性を示す化石資料(例えば、カエル類の産出を認識するきっかけとなった化石や、1点しか確認されていないアンキロサウルス類の歯化石など)も確認されている。このように、教育Vによる化石発掘体験会は、調査研究への学術的な貢献だけではなく、地質学や古生物学に対する知識の向上や興味の喚起といった教育普及や、地域振興の一端も担っている。



図6 化石専門指導員の認定方法とその活動例。A. 化石産地ごとに発見史や地質、産出化石の解説を行う講習会。B. 化石判別試験。C. 元気村かみくげの化石発掘体験道場。D. 化石発掘体験道場における化石専門指導員による説明。

### 2-5. 課題と対応策

元気村かみくげを運営する企業組合や地元自治会は、化石発掘体験道場の継続的な運営を切望している。しかしながら、道場の指導員として活動する教育Vには地元在住の高齢者が多く、2006年の丹波竜化石の発見から十数年経過した現在、当初のような精力的な活動を継続していくことは困難な状況にある。このように教育Vの確保や資質の維持が危ぶまれる地域がある一方で、化石発掘体験会の主催者と指導員をつなぐ役割を持つ市民団体や連携活動グループなどに所属していない教育Vは、活動の場が限られている。その対策として、人博が主管するセミナーやワークショップの中で教育Vが活躍す

る場の提供を始めている。今後、所属や活動地域の垣根を越えて教育Vが活躍でき、地域相互の人材交流を可能とする人材バンクのような仕組みを検討し、前述した課題の解決に努めていきたい。

### 3 化石剖出ボランティア(剖出V)

本論における剖出Vとは、化石資料の重要性、その剖出の意義や必要性を理解し、自らの意思をもって化石剖出に携わる者を指す。2022年3月末現在で31名が登録し、上滝第一(丹波竜発見地)岩砕を主な剖出対象として活動している。

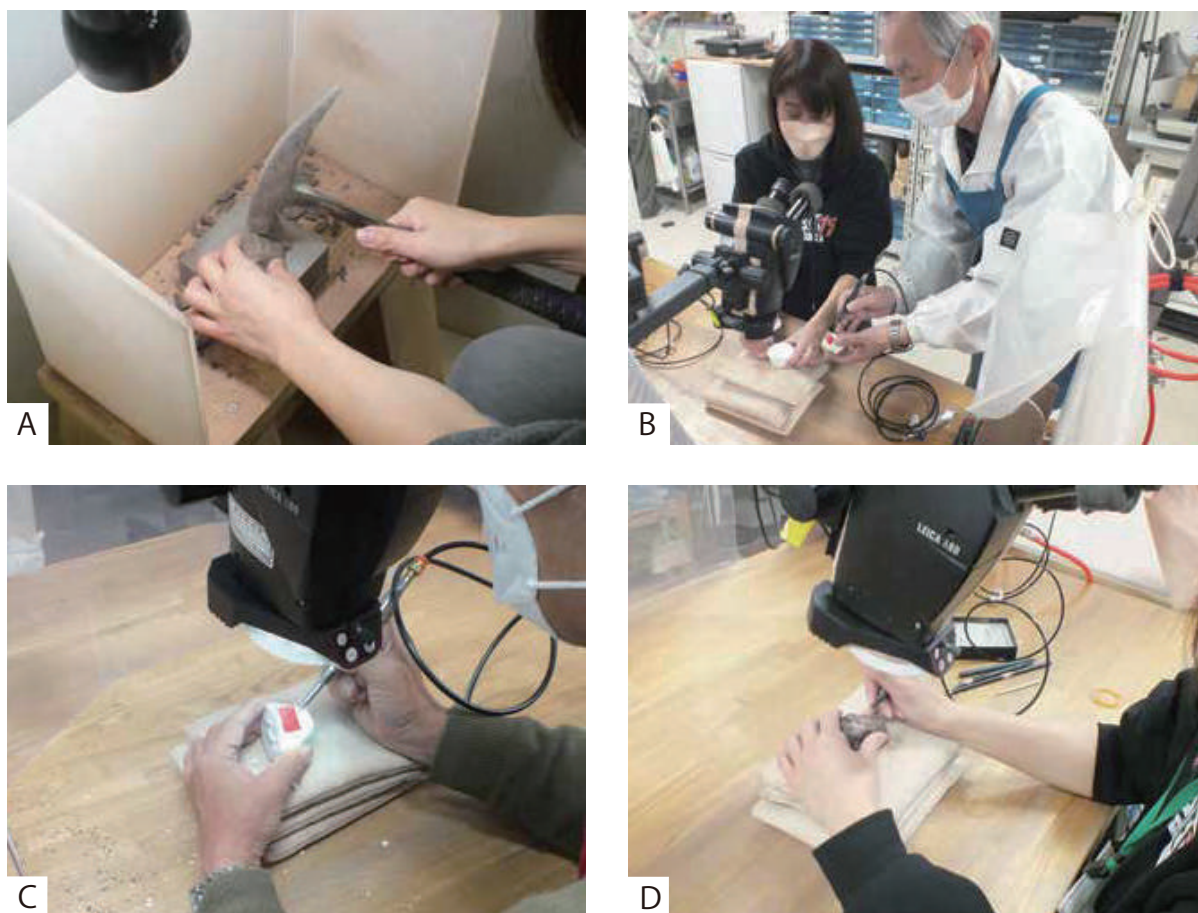


図 7 化石剖出 V ボランティアの育成段階。A. 未調査岩砕をハンマーで割り、化石を判別する能力を養う。B. 化石剖出技師による剖出用具の使用方法の指導。C. エアチゼルを用いた顕微鏡下での疑似化石(石膏中のペットボトルキャップ)の剖出作業。D. 技量に応じた実物化石の剖出作業。

### 3-1. 概要

篠山層群から産出した多数の化石は全て人博に収蔵されているが、これらを適切に保管し研究するためには、剖出が必要不可欠となる(池田ほか, 2014)。剖出とは化石の表面に付着する岩石を取り除く作業のことで、人博恐竜ラボ、化石工房、市民研究所には、この作業を専門とする化石剖出技師が在籍しており、人博研究員と協議しながら作業を進めている。しかしながら、篠山層群からは毎年新たな化石が採取され続けており、現体制の下で作業を完了するには膨大な時間を必要とすることから、剖出等の作業の一層の加速化が求められていた。この課題は技師を増員すれば解決できるが、予算に限りがあるため増員はできない状況であった。そのような中、発掘 V や一般来館者から剖出作業への参加を希望する声が寄せられていた。そこで上記の課題解決に向けて化石剖出ボランティア V 制度を企画して 2017 年末より剖出 V の募集を開始し、研究員と化石剖出技師の指導の下で育成している。

### 3-2. 募集方法

剖出 V を募集するにあたり、恐竜 D を中心に研究員や化石剖出技師が協議を重ね、発掘 V の応募書類を参考にして、活動内容や場所等を記した募集要項、申請用紙、遵守事項を記

した参加同意書が作成された。募集対象は、トンネル岩砕の石割調査と同様に、当初は「兵庫県内に居住地、勤務地もしくは在学地を有し、かつ満 18 歳以上の方」としたが、2021 年度からは地域制限を設けず、年齢制限(満 18 歳以上)のみとした。発掘 V では当初、最低参加日数を設けていた(表 2)。しかし、剖出 V の活動場所は人博恐竜ラボであり、閉館日を除いて基本的に通年受け入れが可能であることから、参加者の主体性を尊重し日数条件は設けていない。ただし、恐竜ラボの作業スペース等を考慮し、1 回の募集人数は 5 名程度とし、作業内容や遵守事項を直接伝える事前説明会への参加を必須とした。募集は毎年複数回行われ、応募書類(募集要項、申請書、参加同意書)を人博に配架するとともに、人博 HP に書類を掲載したり、石割調査や研究員のセミナー等で剖出 V への参加を呼びかけたりした。

### 3-3. 育成方法

人博恐竜ラボにおける化石剖出技師の採用および育成方法は、長年の運営経験をもとに構築されており、その詳細は池田ほか(2014)で詳しく述べられている。剖出 V は一般を対象に募集しており、応募者は一様に地質学や古生物学に対する興味関心が高いが、化石剖出に関する知識や経験は皆無に

等しい。ボランティアが扱う資料も実物化石であり、割出には一定の知識や技能が必要となる。したがって、割出 V の育成は発掘 V と同様に、化石やその割出作業に対する正しい理解を深めることから始まる。大まかには、次のような体系で研究員、恐竜 D および化石割出技師の指導の下、割出 V が育成されている。すなわち、① 篠山層群の地質や産出化石、これまでの発掘調査について研究員や恐竜 D が概説し、学術資料としての化石の価値と意義、それを保管・登録する意味、割出作業の必要性や重要性等を詳細に説明する；② 未調査岩砕をハンマーで割り、ルーベもしくは肉眼で化石を判別する能力を養う（45 時間以上；石割段階）（図 7A）；③ 規定時間以上の石割段階を終えた希望者に化石判別試験を実施する；④ 化石判別試験で基準（10 問中 8 問正解）に達した方に、化石割出技師が双眼実体顕微鏡や割出用具の使用方法を指導する（図 7B）；⑤ デザインナイフやエアチゼルを用い、顕微鏡下で疑似化石の割出（図 7C）を行う（石膏キャップ法；池田ほか、2014）；⑥ ⑤の作業状況を確認し問題ないと判断された方は、比較的容易な実物化石の割出を行う（図 7D）（これ以降が割出段階）；⑦ ⑥以降は、それぞれの技能の習熟度に応じて作業対象が割り当てられる。

割出 V の育成において、①は研究員もしくは恐竜 D が担当し、②以降は研究員と協議の上、化石割出技師が主に担当している。育成は技師らとの会話や実技を通じて割出 V 個々の理解度や技能の習熟度を確認しつつ、本人の意向に沿いなが

ら段階的に進められていく。このため、割出 V は定期的に継続の意思を確認して更新する仕組みとなっている。さらに⑦以降の発展として、熟練ボランティアが新規ボランティアの育成の一端を担えるような仕組みも採用しつつある。

### 3-4. 実績

2017 年末より募集を開始し、2018 年 1 月末から 2022 年 3 月末までに、延べ 16 回の事前説明会を実施し、現在は 31 名（累積 40 名、うち 9 名は更新を辞退）が割出 V に登録している。2022 年 3 月末までの延べ参加人数は 727 人、延べ活動時間は 2061 時間であり、31 名中の 9 名が実物化石の割出段階（上記の⑥、⑦）に進んでいる。実物化石の割出に至るには、長い学習期間（上記②の石割段階；化石割出技師の場合で 2~3 ヶ月程度）が必要であり、その過程で 600 点近くの化石資料が採取されている（図 8）。割出段階に到達したボランティアの割合は徐々に増加しているが、2022 年 3 月末現在で約 3 割と少なく、彼らが割出を終えた化石資料は 86 点に留まっている（図 8）。その一方で、習熟度が増して難易度が高い化石資料（小動物化石等）を割出する割出 V もおり、石割段階である割出 V も含めて、今後育成が進むことでさらなる割出作業の進展が期待されている。

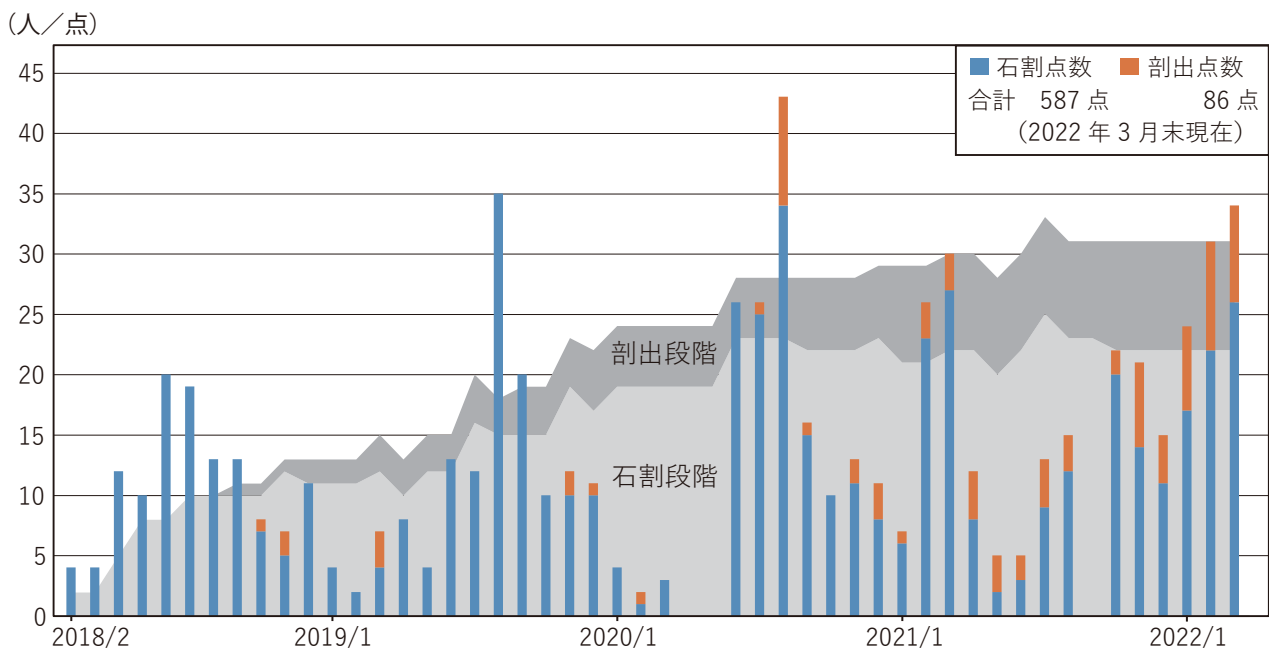


図 8 石割段階および割出段階の化石割出ボランティアの累積 V 人数変化（面グラフ）と、ボランティアが石割調査で採取した化石および割出した化石の月別点数変化（棒グラフ）。

### 3-5. 課題と対応策

現在 31 名が割出 V として活動しているが、約 7 割が石割段階にあり、実物化石の割出に携わっている方は限られている。人材育成事業を企画した際、多くの割出 V を育成することである程度割出作業が捗ることを期待したが、現状では、本事業の開始当初に目標とした成果（割出 V による割出資料数）は得られていない。化石割出に携わるためにはいくつもの段階を経て、化石割出技師と同等の技能を習得しなければならず、そのために多くの時間を要することが最大の理由と考えられる。育成過程を簡略化し技能の評価基準を下げれば、より多くのボランティアが化石割出に携わることが可能となるであろう。しかしながら、それは同時に割出技術の質を下げ、結果的に資料の価値を大きく損なうことにつながる恐れもある。化石資料は人類共有の財産であり、博物館にはそれらを適切に保管し、未来に継承する責務があるため、割出技能の基準を意図的に下げることが好ましくない。幸いにも割出 V からは育成過程や内容に対する不満や苦情は出ておらず、それぞれが自身のペースで作業に取り組んでいる。したがって、今後も上記の方法で割出 V の育成に取り組み、長期的な視点で化石割出を担う人材の確保に努める。また、他のボランティアにおいても同様であるが、割出 V を対象に研究の進捗状況や成果を発表する場を設け、彼らの参加意欲の向上や維持に尽力したい。

## 教育普及活動

人博 HP に示されるように、人博では研究員が中心となり様々な教育普及活動に取り組んでいる。ここでは、前述した恐竜 D や教育 V (化石専門指導員:旧発掘体験指導員) が主に携わる活動について概略を述べる。

### 1. 化石発掘体験会

篠山層群の調査に由来する全ての岩砕は人博が管理し、この岩砕を使用した化石発掘体験会と称する石割調査を広く一般を対象に実施している。化石発掘体験会は、研究員、化石割出技師または教育 V が指導者となって実施される。現在は、上滝第一(丹波竜発見地、卵化石発見地)岩砕およびトンネル岩砕が使用でき、次の手順(図 9)に従って館外での使用を許可している。人博や化石発掘体験道場での定期開催を除き、化石発掘体験会を開催したい主催者(学校団体や事業者等)は、まず教育 V (化石専門指導員)と使用岩砕を選定し、人博に発掘岩砕使用申込書を提出する。次に、主催者もしくは教育 V は体験会で使用する道具類を準備し、使用する岩砕を保管場所で借り受ける。化石発掘体験会の実施後、主催者もしくは教育 V は、採取された化石資料、活動報告書および化石発見者記録用紙を人博に提出する。このような流れは「発掘体験指導員」制度のものを踏襲しており、使用できる岩砕の増加に応じて、岩砕保管場所の追加や書類の様式の修正を行っている。

人材育成事業の開始以降、年間約 20~30 件の岩砕使用の申込があり、その多くで上滝第一(丹波竜発見地)の岩砕が選ばれた。トンネル岩砕を活用した化石発掘体験会は 2018 年に 2 回試行され、2019 年に 6 回、2020 年に 1 回、2021 年に 9 回実施された。上滝第一(卵化石発見地)の岩砕は 2021 年に試行的に 2 回使用された。

化石発掘体験会を継続するためには、化石を含有する可能性がある岩砕を用意しなければならない。2021 年まで盛んに利用されてきた上滝第一(丹波竜発見地)の岩砕は、丹波竜化石の発掘調査終了から 9 年が経過して残り少なくなっている。その代替として期待されたトンネル岩砕は、化石の産出頻度が低く化石の判別が難しいことから、その活用に課題を抱えていた。しかし、2019 年度からは外部事業者がトンネル岩砕を積極的に活用し始めており、新型コロナウイルス感染症拡大の影響下ではあるが、徐々に使用実績が増加している。上滝第一(卵化石発見地)の岩砕は、採取場所や層準によっては多くの卵殻化石を含み、卵化石の中で比較的同定が容易な *Himeoolithus murakamii* が多産する可能性があることから、今後の活用が期待されている。化石資源が有限かつ希少であることを念頭に置きつつ、これらの岩砕の有効な活用を継続させたい。

### 2. 展示の企画運営

これまで人博恐竜ラボでは演示の一環として、化石割出技師の作業を来館者が見学できるように作業部屋の一面をガラス張りにし、作業の概要を研究員が解説してきた。これに加えて恐竜 D が中心となり、人材育成事業の成果を一般の方に広く普及することを目的として常設展示を増設し、発掘 V が発見した化石を公開する臨時展示を関係自治体と連携して実施している。前者では作業内容を来館者がより深く理解できるよう、割出作業で使用する一般的な機材やより高度な作業を行えるように開発された機器、さらに人博で独自に開発した化石割出機材(Wada et al., 2012; 和田ほか, 2020)を並べ、常設展示として設置した(図 10A)。後者では 2018 年度に人博、化石工房、丹波篠山市立太古の生きもの館において、トンネル岩砕から発見された化石の臨時展示を行った。後の 2 施設では、発掘 V が発見した化石を発見者の氏名とともに展示した(図 10B)。

人博恐竜ラボにおける化石割出機材の展示は、割出作業の見学と親和性が高く、多くの方が時間をかけて見学している様子が見えがえた。研究員の解説時にも具体的な機材を提示して割出 V および化石割出技師の活動を紹介できており、割出作業の理解を深める有効な展示となっている。さらに発掘 V が発見した化石を展示することは、石割調査の参加者に改めて発見時の喜びや調査に参加した意義を思い起こさせ、発掘 V の活動を伝えながらも、その参加意欲を向上させる役割を果たしている。それでもなお、化石割出技師や本論で述べた各種ボランティアの活動が一般に広く認知されているとはいえない。今後は展示のみならず、セミナーや SNS を通じて活動の成果を広く発信することで、多くの方が活動を身近に感じ、ボラン

ティア活動に参画していただけることを期待する。

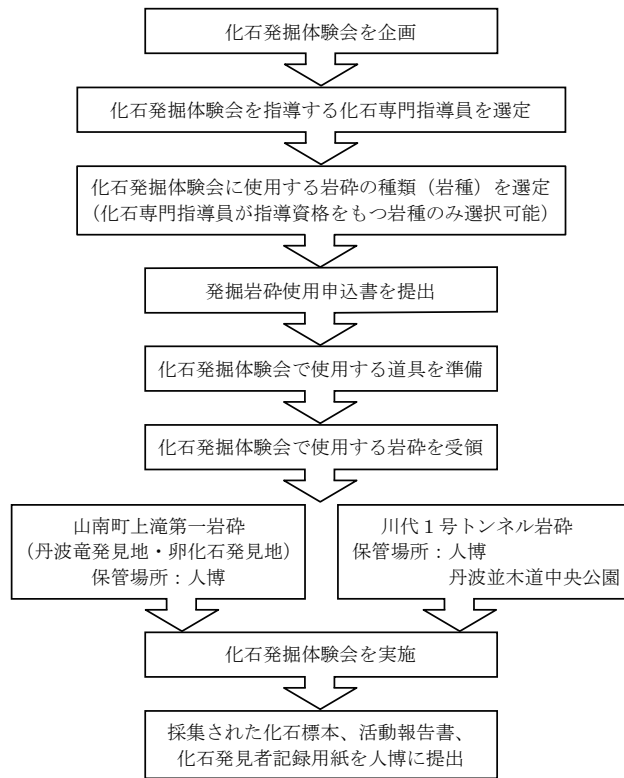


図 9 化石発掘体験会を開催するまでの流れ。



A



B

図 10 ボランティア活動に関わる展示. A. 人博恐竜ラボに設置された化石剖出用具の常設展示. B. 2018年2月から4月に丹波市立丹波竜化石工房で実施された臨時展示「川代トンネル岩砕から産出した化石展」.

### 終わりに

人博では、篠山層群産化石に関する各課題に対応すべく「篠山層群化石を活用した地域活性化を目指す人材育成システム構築事業」に取り組み、石割調査、教育普及および化石剖出に参画する各種ボランティアの育成に努めている。本論で

述べたように、依然として課題は残されているものの、恐竜 TF や博物館スタッフの尽力、各種ボランティアの参画と協働により、各事業はおおむね良好に展開している。特に恐竜 D は事業の中心的な役割を果たし、その推進に大きく貢献しており、この人材なしでは現状の成果を得ることは不可能であった。残念ながら、恐竜 D は 3 年間で時限とする職枠であったため、現在は廃



職となっている。博物館の事業は恐竜 D や化石剖出技師などの専門職の活躍に支えられているにもかかわらず、このような職は時限付きや非常勤の職である場合が多い。各種事業を立案する際、兵庫県・兵庫県教育委員会と予算項目や内容を協議する機会が度々あるが、雇用に関してはとりわけ承認されにくい。兵庫県のみならず、全国の地方自治体が軒並み厳しい財政状況に直面し、行財政改革の中で人員削減を進めている。このことから、増員や職枠の創設・確保が困難であることは容易に想像できる。こうした状況の中で、不足人員を補う安易な手段として「ボランティアの参画」という言葉をしばしば耳にする。しかしながら、本論で述べたとおりボランティア人材の育成・確保は、それに注力する「人材」が必要不可欠であり、一朝一夕になしえるものではない。

人博では現在、研究員が分担して恐竜 D の業務を引き継ぎ、事業を継続している。篠山層群の恐竜化石関連事業を推進するにあたり、研究員が主導的な役割を果たすことは当然であるが、今後のさらなる事業の展開やボランティアの育成・調整の継続のためには、それらを中心的に担う人材や支援する人材を確保することが必要である。こうした人材を確保するために、研究員や学芸員が日頃から自己研鑽を積み、学術成果の公表に努めるのはもちろんのことであるが、資料の重要性やそれを保管する意義、その支えとなっている人々の必要性について一般に広く伝えていくことも、博物館等に携わる者の責務であろう。

## 謝 辞

本論で述べた発掘・石割調査、人材育成、教育普及活動は、多くのボランティアの方々、兵庫県立人と自然の博物館の化石剖出技師や博物館スタッフ、そして関係機関の多大なる支援のもとに実施されている。ここに深く感謝の意を表する。

## 文 献

Amiot, R., Kusuhashi, N., Saegusa, H., Shibata, M., Ikegami, N., Shimojima, S., Sonoda, T., Fourel, F., Ikeda, T., Lécuyer, C., Philippe, M. and Wang, X. (2021) Paleoclimate and ecology of Cretaceous continental ecosystems of Japan inferred from the stable oxygen and carbon isotope compositions of vertebrate bioapatite. *Journal of Asian Earth Sciences*, **205**, 104602.

Hayashi, K., Fujita, S., Koarai, K. and Matsukawa, M. (2017) Stratigraphy and paleoenvironment of the Cretaceous Sasayama Group in the Sasayama area, Hyogo Prefecture, western Japan. *Journal of the Geological Society of Japan*, **123**, 747–764.

兵庫県立人と自然の博物館編(2011)ひとく 恐竜・化石プロジェクト

ト 中間報告書, 32p.  
[<https://www.hitohaku.jp/research/fossil/All.pdf>]

兵庫県立人と自然の博物館(2017)兵庫県立人と自然の博物館非常勤嘱託員の公募について, 2p.  
[<https://www.hitohaku.jp/news/files/koubokasekiD.pdf>]

兵庫県立人と自然の博物館(2022)兵庫県立人と自然の博物館セミナーガイド 2022. 共生博物学セミナー実行委員会, 14p.  
[<https://www.hitohaku.jp/seminar/hitohaku-seminar/seminar-guide2022.pdf>]

池田忠広(2012)生涯学習支援—恐竜化石をととして—. 兵庫県立人と自然の博物館(編), みんなで楽しむ 新しい博物館のこころみ. 研成社, 東京, pp. 47–76.

Ikeda, T., Ota, H. and Matsui, M. (2016) New fossil anurans from the Lower Cretaceous Sasayama Group of Hyogo Prefecture, Western Honshu, Japan. *Cretaceous Research*, **61**, 108–123.

Ikeda, T., Ota, H. and Saegusa, H. (2015) A new fossil lizard from the Lower Cretaceous Sasayama Group of Hyogo prefecture, western Honshu, Japan. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **35**, e885032.

Ikeda, T., Ota, H., Tanaka T., Ikuno, K., Kubota, K., Tanaka, K. and Saegusa, H. (2021) A fossil Monstersauria (Squamata: Anguimorpha) from the Lower Cretaceous Ohyamashimo Formation of the Sasayama Group in Tamba City, Hyogo Prefecture, Japan. *Cretaceous Research*, **130**, 105063.

Ikeda, T. and Saegusa, H. (2013) Scincomorphan lizards from the Lower Cretaceous Sasayama Group of Hyogo, Japan. *Journal of Fossil Research*, **46**, 2–14.

池田忠広・三枝春生・半田久美子・和田和美(2014)脊椎動物化石の剖出技師の選考・育成方法の開発. 化石, **96**, 29–39.

久保田克博(2019)篠山層群の恐竜・鳥類卵化石発掘調査. ひとく通信(ハ一モニ一), **104**, 1–3.

Kusuhashi, N., Tsutsumi, Y., Saegusa, H., Horie, K., Ikeda, T., Yokoyama, K. and Shiraiishi, K. (2013) A new Early Cretaceous eutherian mammal from the Sasayama Group, Hyogo, Japan. *Proceedings of the Royal Society B*, **280**, 20130142.

Saegusa, H. and Ikeda, T. (2014) A new titanosauriform sauropod (Dinosauria: Saurischia) from the Lower Cretaceous of Hyogo, Japan. *Zootaxa*, **3848**, 1–66.

三枝春生・池田忠広・久保田克博・生野賢司・菊池直樹(2018)下部白亜系篠山層群の脊椎動物化石新産地. 日本古生物学会第167回例会予稿集, 16.

三枝春生・田中里志・池田忠広(2010)兵庫県丹波市の下部白亜系篠山層群産の恐竜類の歯に関する予察的観察および丹波竜類の含気骨化に関する追記. 化石研究会会誌, **42**, 52–65.

- 三枝春生・田中里志・池田忠広・松原尚志・古谷裕・半田久美子 (2008) 下部白亜系篠山層群からの竜脚類およびその他脊椎動物化石の産出. 化石研究会会誌, **41**, 2-12.
- 三枝春生・田中里志・松原尚志・加藤茂弘・小林文夫・先山徹・佐藤裕司・半田久美子・古谷 裕・三上禎次・渡部真人 (2007) 兵庫県丹波市より産出した保存良好なティタノサウルス類の骨格化石について. 日本古生物学会 2007 年年会講演予稿集, 14.
- Saegusa, H. and Tomida, Y. (2011) Titanosauriform teeth from the Cretaceous of Japan. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **83**, 247-265.
- 丹波地域恐竜化石フィールドミュージアム推進協議会編 (2021) 大地とくらしのガイドマップ. 丹波地域恐竜化石フィールドミュージアム推進協議会, 兵庫, 2p.
- Tanaka, K., Zelenitsky, D. K., Saegusa, H., Ikeda, T., DeBuhr, C. L. and Therrien, F. (2016) Dinosaur eggshell assemblage from Japan reveals unknown diversity of small theropods. *Cretaceous Research*, **57**, 350-363.
- Tanaka, K., Zelenitsky, D. K., Therrien F., Ikeda, T., Kubota, K., Saegusa, H., Tanaka, T. and Ikuno, K. (2020) Exceptionally small theropod eggs from the Lower Cretaceous Ohyamashimo Formation of Tamba, Hyogo Prefecture, Japan. *Cretaceous Research*, **114**, 104519.
- Wada, K., Ikeda, T., Saegusa, H. and Shinya, A. (2012) Stylus sharpening instrument for fossil preparation. *Journal of Vertebrate Paleontology, Program and Abstracts 2012*, 119.

和田和美・池田忠広・三枝春生・田中公教・新谷明子 (2020) 化石剖出用具の開発(その 2). 日本古生物学会 2020 年例会講演予稿集, 64.

吉川敏之 (1993) 兵庫県篠山地域の下部白亜系篠山層群の層序と構造. 地質学雑誌, **99**, 29-38.

## 付 記

兵庫県立人と自然の博物館 (2019) 緊急速報展「篠山層群恐竜・鳥類卵化石発掘調査の成果報告」について. (2022 年 5 月 21 日閲覧)

[<https://www.hitohaku.jp/exhibition/planning/d-b-egg-excavation.html>]

兵庫県立人と自然の博物館 (2021) 川代 1 号トンネル岩砕石割調査に係るボランティアの募集について. (2022 年 5 月 21 日閲覧)

[<https://www.hitohaku.jp/infomation/news/rock-research-volunteer-2109.html>]

兵庫県立人と自然の博物館 連携の方法. (2022 年 5 月 21 日閲覧)

[<https://www.hitohaku.jp/relation/group.html>]

兵庫県立人と自然の博物館ホームページ (2022 年 5 月 21 日閲覧)

[<https://www.hitohaku.jp/>]

National Museum of Natural History “Staff, Department of Paleobiology” (2022 年 5 月 21 日閲覧)

[<https://naturalhistory.si.edu/research/paleobiology/staff>]