

## 2. 発掘調査

### 2-1. 発掘調査の流れ

丹波の恐竜化石の本格的な発掘調査を2007年1月に開始しました。発掘現場が篠山川の河岸にあり増水すると発掘区画が水没してしまうため、発掘調査は毎年渇水期の年末から翌年3月にかけて実施しています。

#### 発掘準備

- ・丹波恐竜化石発掘等連絡調整協議会開催
- ・地元での発掘説明会を開催
- ・発掘ボランティアの募集

#### 発掘調査

- ・重機による掘削:化石含有層の上に重なる固い砂岩・礫岩層を除去。
- ・グリッドを切る:発掘区域を縦横1m間隔で区切り番号をつける。
- ・手作業による発掘:電動削岩機やハンマーとタガネを用いて化石含有層の岩石を慎重に砕いて化石を探す。割った石はグリッド番号を記入した土のう袋につめて保管する。化石は1点ずつ標本番号(IS)をつけて、位置を

測量してから取り上げる。

- ・石割作業:手作業による発掘で出た土のう袋の石を割り、歯や骨片などの小型化石を探す。化石が出たら1点ずつ標本番号(SC)を付けてグリッド番号を記入して保存する。
- ・プラスタージャケット(PJ)作成:大型の化石については、こわさずに運搬するために、化石をまわりの岩ごと掘り上げて石膏で包み固めプラスター(石膏)ジャケットを作る。

#### 発掘後

- ・産出した化石の整理:標本番号順に整理し、データ入力、クリーニング、レプリカ作成を行う。
- ・発掘報告会とボランティア顕彰式の開催

### 2-2. 発掘の概要

第1次～第4次発掘調査の調査期間や面積、ボランティア参加実績、産出化石などの表を9ページに示します。

発掘現場の地層は手前から奥(上流側)に向かっておよそ30度の角度で傾斜しているため、発掘は斜面での作業となります。また上流側に行くほど化石含有層は深



重機による掘削作業



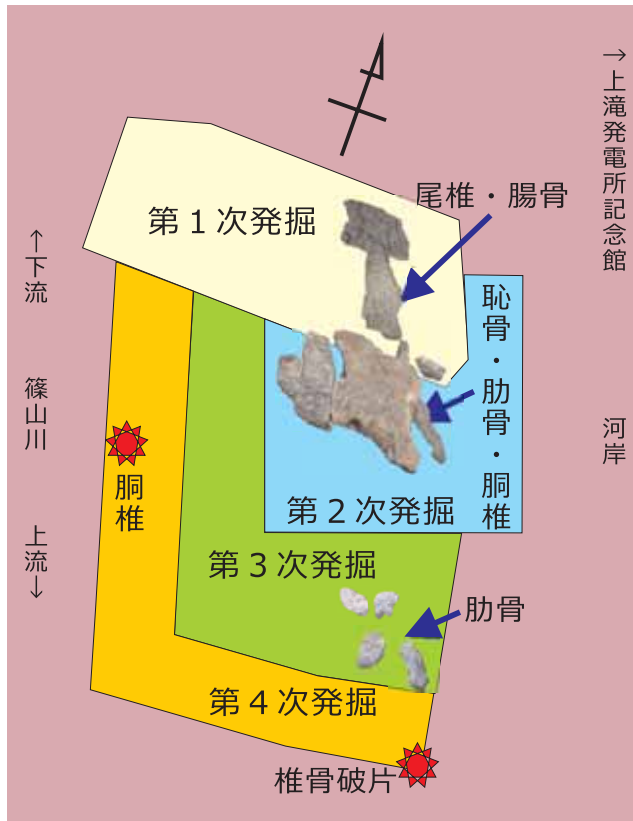
手掘りの発掘作業(奥)と石割作業(手前)



発掘区画をグリッドで区切る



手掘りで丁寧に化石を取り上げる



恐竜化石発掘を行った範囲

く水面下になり、壁面から水がしみだしてくるためポンプでくみ出しながら作業を行います。

### 第1次発掘調査

第1次発掘は試掘で掘った部分を、およそ幅7mから奥行き3mの範囲で実施しました。2007年1月22日から準備工事を行い、1月25日には恐竜化石を含有した泥岩層の上部に重なる砂岩や礫岩層の重機による掘削を開始しました。2月15日からようやく手掘りによる発掘が数多くのボランティアのご協力を得て始まりました。初めて発掘に参加される方も多く、石割作業を担当して化石を見分ける目を養います。最初の数日間は大きな骨がまったく出てきませんでしたが、2月21日に数本の血道弓が姿をあらわし、次に尾椎が関節した状態で見つかりました。化石が密集していてひとつずつ取り上げられる状況でないため、周囲の岩石ごとブロック状に切り出しプラスタージャケットを作りました。

博物館に持ち帰った化石をクリーニングしたところ、頭骨の一部である脳函があることがわかりました。またプラスタージャケットを開けてクリーニングしたところ、尾椎に続いて腸骨や仙椎が見つかりました。

発掘を行った化石含有層よりも上の層準から化石が



第1次発掘で姿を現した関節した状態の尾椎とその付近にちらばる血道弓



第2次発掘で産出した恥骨と肋骨群

発見されたため、化石含有状況の調査としてリサーチプロジェクトを実施しました。7月21日から毎週土曜日午前に発掘ボランティア有志によって石割作業を行い、9月までの予定を延長し12月まで続けました。

### 第2次発掘調査

翌年度の第2次発掘では腸骨の続きにあたる5m×5mの範囲を調査しました。発掘期間中、悪天候にしばしば見舞われましたが、ビニールの簡易屋根を広げ雨や雪に屈することなく調査は続けられました。竜脚類のものと見られる化石がつつぎと発見され、発掘スタッフの足を置く場所もないほどでした。恥骨や肋骨などの化石がまとまって産出しました。このように肋骨が並んで産出するのは国内では例のないことで、化石の保存状態がきわめて良いことがわかります。竜脚類の環椎(第一頸椎)や歯も発見されました。

### 第3次発掘調査

第3次発掘では化石のまとまりの続きを探すために2次発掘の区域の外側をとりまくL字型の区画を発掘しました。

竜脚類と考えられる化石としては肋骨の破片が産出しましたが、1次や2次発掘と比較するとまばらでした。そのかわりに恐竜の歯の化石が多数発見されました。この中には竜脚類・獣脚類・鳥脚類の歯が含まれており、当時の恐竜動物群の全体を教えてくれる化石が出始めたと言えます。発掘後のクリーニングにより、この中からティラノサウルス類の前顎歯が見つかりました。

### 第4次発掘調査

第4次発掘ではさらに外側をL字型に発掘しました。カエルなど小型脊椎動物の化石は豊富に産出し、全身骨格に近いものも発見されました。また卵の殻の化石も産出し、動物が卵を産めるような静穏な環境だったことが類推されます。このように小型動物の化石や卵殻化石に関しては成果が上がり、新たな知見も得られました。しかし、竜脚類の骨など大型の化石は発見されず、発掘終盤にようやく竜脚類の胴椎(胴体の背骨)と見られる化石が産出しました。発掘終盤に発見されたため、壊さずに掘り出すには時間不足でした。そのため、この化石は埋



第3次発掘で現れた肋骨群（足元にある青色をしたもの）

め戻され、第5次発掘であらためて掘り出すことにしました。この胴椎と思われる化石は、これまで発掘されている竜脚類の椎骨や肋骨からは離れた場所に埋まっていました。未発見の竜脚類の骨も肉食性の獣脚類などの活動により、広い範囲に散乱されている可能性があり、今後竜脚類の残りの骨を掘り出すには広い範囲を根気よく発掘していく必要があります。

### クリーニング

発掘で見つけた化石はまわりの石ごと採集するため、そのままの状態では化石の形が分かりません。このため化石のまわりの石を取りのぞく作業であるクリーニングを行います。丹波の恐竜化石のクリーニングは通常実体顕微鏡で10倍程度に拡大しエアチゼルで石の部分を取り除きます。

クリーニングをすみやかに進めるために、2008年4月20日に「ひとはく恐竜ラボ」をオープンしました。ここでは同時に6名がクリーニング作業でき、大型のプラスタージャケットも搬入できます。クリーニング担当は当初非常勤嘱託員1名でしたが、スタッフを養成し、日々雇用職員5名と緊急雇用員6名が加わりました。高度な技術を習得したスタッフにより、獣脚類の歯の細かい鋸歯をこわさずに出したり、小さくてもろいカエル類の全身骨格のクリーニングも行うことができます。

丹波市の丹波竜化石工房でも博物館と丹波市のスタッフでクリーニングを行っており、地元ボランティアの方々の協力を得て進めています。



第4次発掘で確認され、埋め戻した胴椎



恐竜ラボでプラスタージャケットのクリーニング作業を行う



エアチゼルでクリーニング作業を行う

## 第1次～第4次発掘調査の概要

### 調査期間及び面積

		第1次発掘	第2次発掘	第3次発掘	第4次発掘
日程	発掘工事開始	2007年1月22日	2007年11月20日	2008年12月2日	2009年12月8日
	発掘調査開始	2007年2月15日	2008年1月8日	2009年1月9日	2010年1月9日
	発掘調査終了	2007年3月21日	2008年3月3日	2009年3月9日	2010年3月5日
	日数	35	56	51	56
調査面積(m <sup>2</sup> )		21	25	26	20

### ボランティア参加実績

		第1次発掘	第2次発掘	第3次発掘	第4次発掘
ボランティア登録人数		66	66	62	58
調査参加のべ人数		714	583	476	494
1日平均参加人数		20.4	10.4	9.3	8.8

### 発掘調査産出化石

		全体	第1次発掘	第2次発掘	第3次発掘	第4次発掘
点数	IS標本	6504	599	2873	1640	1392
	SC標本	4317	384	1404	1254	1275
	未分類	443	443			
	総数	11264	1426	4277	2894	2667

IS:測量情報をもつ標本、SC:産出グリッド情報をもつ標本

### 主な体骨格化石

		全体	第1次発掘	第2次発掘	第3次発掘	第4次発掘
点数	PJ	19	5	9	5	0
	尾椎	16	16	2	0	0
	血道弓	8	16	1	0	0
	肋骨	13	3	11	1	0
	仙肋骨	1	1	0	0	0
	恥骨	1	0	1	0	0
	脳函	1	1	0	0	0
	環椎	1	0	1	0	0

PJ:プラスタージャケット(多数の大型骨格化石を含む)

### 歯の化石

		全体	第1次発掘	第2次発掘	第3次発掘	第4次発掘
点数	竜脚類	34	9	2	18	5
	獣脚類	44	9	7	21	7
	鳥脚類	66	6	6	38	16
	他	3	0	0	2	1
	破片	125	18	28	39	40
	総数	272	42	43	118	69

### 小動物化石等

		全体	第1次発掘	第2次発掘	第3次発掘	第4次発掘
点数	カエル類	28	3	2	0	23
	トカゲ類	2	2	0	0	0
	カイエビ	57	3	2	15	37
	卵殻	12	1	2	0	9
	他	874	130	78	211	455
	総数	973	139	84	226	524

他:ほとんどがカエル類の断片的な化石と考えられる

### クリーニング実績 (2011年2月末)

		全体	第1次発掘	第2次発掘	第3次発掘	第4次発掘
終了/総数						
点数	2761/11264	1111/1426	1497/4277	94/2894	59/2667	
時間	16854時間23分	9059時間41分	6514時間16分	1006時間25分	274時間1分	

時間:のべ作業時間