EGJ
Engineering Geology of Japan

愛媛大学による道後姫塚学術調査プロジェクト（上部白亜系和泉層群における化石発掘調査）に参加して

世羅 拓真 [1), 2)]

キーワード：松山市，愛媛大学，和泉層群，化石発掘，後期白亜紀，二枚貝，サメ

1．はじめに

筆者は令和7年度に入社した新人で，早々に読み物を投稿することとなり恐縮ですが，せっかくの機会ですので大学時代に取り組んでいた化石の発掘活動について記そうと思います．筆者は昨年度まで愛媛大学の化石系の研究室（楠橋研）に所属し，哺乳類化石の分類学的研究をしていました．このときに扱った標本が後期白亜紀のものであるため，「自分の手で追加標本を出したい」という淡い期待も込めつつ，愛媛県の和泉層群や鹿児島県甑島（こしきしま）の姫浦（ひめのうら）層群，岩手県の久慈（くじ）層群，北海道の蝦夷（えぞ）層群といった上部白亜系の地層を対象とする発掘調査に参加してきました．今回はその中でも筆者が学部・大学院含めて7年を過ごし，思い入れも生まれた愛媛県松山市での発掘調査を取り上げようと思います．以下では発掘調査の意義，本調査の概要，得られた主な標本，調査の感想などについて紹介していきます．

愛媛県松山市道後姫塚（図1）では，愛媛大学の堀利栄教授が主導する道後姫塚学術調査プロジェクトチームによる地質学的・古生物学的調査が2020年から2024年にかけて行われました．その結果，700点を超える多くの化石標本が得られ，すでにいくつかの成果が日本古生物学会や日本地質学会で報告されています（佐賀ほか，2022; 堀ほか，2024; 豊ほか，2024, 2025）．中でも，佐賀ほか（2022）において報告された首長竜の遊離歯化石については愛媛大学にて記者発表が行われ，多くのメディアにも取り上げられるなど，注目を集める成果となりました．

なお，道後姫塚での発掘調査は愛媛大学が地権者に許可を得た上で行われました．調査地は私有地で，さらには落石が発生する可能性が非常に高い危険な場所でもあります．これらのことから，調査地は立ち入りが禁止され，近づくことができないように柵が設置されています．

2．筆者が参加した経緯

筆者は2021年の後半から2024年の3月までの約2年半に渡って道後姫塚での発掘調査に参加させていただきました．2021年当時の筆者はまだ研究室に所属もしていない学部3年生でした．当時から「脊椎動物の化石を扱う研究がしたい」と思ってはいたものの，肝心の化石発掘の経験が乏しく，「とにかく化石に触れる機会を増やしたい！化石を見る目を養いたい！！」と考えているところでした．また，愛媛大学の地学系の学部3年生というと，野外での授業が多くなり，大学院の先輩方にお世話になることも増えてくるころです．そんなある日，当時修士課程1年生だった先輩から“化石に興味があるのなら，後期白亜紀の化石，しかも首長竜やサメ歯といった脊椎動物化石が見つかっている場所での発掘調査に来てみないか”とお誘いをいただきました．「こんな絶好の機会を逃す手はない！」と参加させていただいた次第です．

3．発掘調査をする意義

古生物学の研究（特に記載や分類に関するもの）における活動の多くは実物またはレプリカの化石標本の観察・分析をすることです．この観察・分析を通して，化石標本に残されている多様な情報（古生物の分類や生態，産出層の年代や古環境についてなど）を読み取っていきます．したがって，発掘調査をすることや新たな化石標本を報告することは古生物学の第一歩だといえます．本調査でも堆積年代を考える助けになるものや，同産地からは初の報告となるものなど，今後の研究につながる標本が得られました．

そのほかの発掘の意義としては，化石の発見が地域貢献につながることが挙げられます．恐竜に代表される一部の化石はとても人気で，しかも地域特有のものであるため，その地域の観光資源として活用された事例が多く存在します．例えば，福井県や長崎県は恐竜の化石が見つかったことをきっかけに博物館が設立され，毎年多くの人が博物館を目当てに訪れるようになりました．今回の松山市の発掘調査においても産出した首長竜の標本がテレビなどの様々なメディアで取り上げられたほか，愛媛県美術館で2022年夏季に行われた企画展でも展示されるなど大きな影響力を持っていました．

4．地質概説・先行研究

調査地である道後姫塚の露頭は愛媛大学の理学部棟から東に約1.5 km，観光地として有名な道後温泉本館から南東に約600 m進んだ地点に存在します（図1）．この地域には領家花崗岩類と，それを不整合に覆う上部白亜系和泉層群の最下部にあたる黒滝層が分布しています（高橋，

[1)]（旧所属）愛媛大学大学院理工学研究科　〒790-8577 愛媛県松山市文京町2番5号
[2)]（現所属）株式会社蒜山地質年代学研究所　〒703-8252 岡山市中区中島2番地5　（seratakuma@geohiruzen.co.jp）

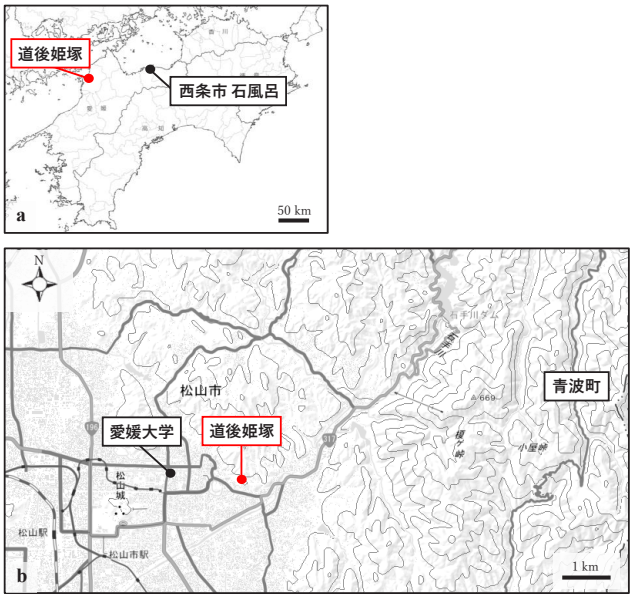

図 1　a 四国周辺の地図．b 調査地域周辺の地図．地理院地図（電子国土 Web : https://maps.gsi.go.jp）を基に作成．

1986)．

上部白亜系和泉層群は愛媛県伊予市から紀伊半島の和泉山脈まで東西方向に長く分布する海成層です．道後姫塚の和泉層群の堆積年代は二枚貝やアンモナイトなどの産出化石からカンパニアン期（約8,360万年前～約7,220万年前）の中ごろであると考えられています（例えば，野田・田代，1973; 田代ほか，1986）．ここで登場したカンパニアン期というのは，後期白亜紀の中でも2番目に若く，和泉層群以外の日本の化石産地では天草諸島や甑島に分布する姫浦層群，和歌山県の外和泉層群，北海道に分布する蝦夷層群の堆積年代の範囲に含まれる時代です．そのほかの地域における和泉層群黒滝層の年代について，田代ほか（1986）は西条市石風呂（図1a）の黒滝層から産出した二枚貝化石が前期カンパニアン期の最後期を示すと推定しました．加えて，石風呂から産出した二枚貝の多くが道後姫塚の和泉層群のものと共通する種であることから，両地域の堆積年代はほとんど一致するとも述べています．また，山崎・辻井（1994）は道後姫塚より東に位置する青波町（図1b）で採取した放散虫を用いて，その地域の和泉層群が中部カンパニアン階であると推定しています．

道後姫塚の和泉層群は昔から多くの化石が産出することで知られ，これまでにいくつかの地質学的・古生物学的研究が行われてきました（例えば，野田・田代，1973; Uyeno *et al.*, 1981; Uyeno and Minakawa, 1983）．例えば，Uyeno and Minakawa（1983）は道後姫塚から産出した硬骨魚類の歯と口蓋骨の一部を保存する2つの標本に基づいて，*Eurypholis japonicus* という新種を記載・報告しています．こうした研究成果を踏まえ，黒田・鍔本（2023）は本調査の開始以前に出版された論文や文献で報告されてきた道後姫塚産化石の一覧表を作成しました．その一覧表によると，本調査以前に2種の陸生植物化石と39種の動物化石（サンゴ類，二枚貝類，腹足類（巻貝類），アンモナイト類，ウニ類，軟骨魚類，硬骨魚類を含む）の豊富な化石標本が報告されていたようです．しかし，野田・田代（1973）は道後姫塚の化石はほとんど採りつくされたため，もしくは露頭が宅地造成によって消えてしまったため，今後の追加標本にはあまり期待できないと述べています．そしてその言葉通りに，道後姫塚の標本を扱った研究は1980年代を最後に一度途絶えてしまいました．そこから30年以上の年月が経ち，もう一度この露頭に注目してみようと開始されたのが今回の調査です．

5．調査概要

道後姫塚の調査は堀教授をはじめとする多くの愛媛大学の地学系教員や学生，その他関係する分野の研究者によって実施されました．調査地の露頭は愛媛大学の理学部棟からかなり近く，学生は授業の空き時間などを利用して気軽に本調査に参加することができました．この点は筆者を含め多くの学生にとって魅力的で，多くの学生が意欲的に発掘に励んでいました．

調査が始まるにあたり，道後姫塚の和泉層群の露頭から柱状図が作成されました（図2，図3）．この露頭には和泉層群の基底礫岩層，そしてその上位の全13の単層からなる砂岩泥岩互層が存在します．本調査では化石の産出層準

図 2　道後姫塚の露頭．a 道後姫塚の露頭の全景．b 化石の多産する層準（Bed8・Bed9）付近の近景．

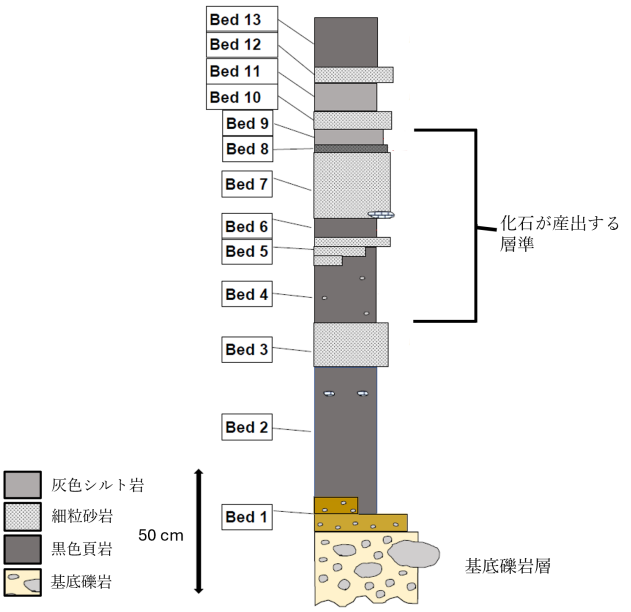

図３　道後姫塚の露頭柱状図．堀ほか（2024）に凡例を加筆．

を判別して記録をとるために，基底礫岩層より上位の単層をBed1からBed13としています．発掘は基本的に化石が特に多く産出する層準（Bed8～Bed9）を大きめ（長径が30～50 cm程度）に割り出し，それを層理面に沿って小さく割っていく形で進められました．発掘調査では化石を多く含む層の岩相を把握して追跡することが重要です．本調査で化石を最も多く含むのはBed8で，Bed8は層厚が2～3 cm程度の薄い黒色シルト岩～極細粒砂岩です．さらに都合の良いことに，Bed8は円摩度の高い細礫や青緑色の火山岩角礫をまばらに含むなど特徴的な岩相を示すため，それを追っていくことは容易でした．しかし，Bed8やBed9の岩石はあまり風化しておらず，その中には礫をあまり含まない特に硬い部分がありました．Bed8やBed9の岩石を露頭から大きく取り出す際にその硬い部分を叩かなければならないこともあり，割るのに苦労しました．硬い部分ばかりを何時間もかけて割ることになったにもかかわらず，ほとんど化石が出てこないという日には，筆者含め学生たちの間でどんよりとした雰囲気が漂っていたことを覚えています．

6．産出した化石

化石は主にBed4～Bed9で産出し，その中でもBed8からは最も多くの化石が得られました（堀ほか，2024）．また，Bed8の直上にあたるBed9はBed8よりはやや化石が少ないものの，Bed8からはあまり産出しないイノセラムス類やウニ類の標本が得られました．道後姫塚で得られる化石のほとんどは数cm程度の大きさです．完品であれば大きかったであろうイノセラムス類やアンモナイトも，産出した標本は破損によって数cm程度の大きさになった断片的なものばかりでした．

6．1．産出化石（無脊椎動物）

道後姫塚で産出する貝化石の多くは炭酸塩鉱物に置換された殻が残っています．本調査で最も多く得られた化石は二枚貝で，その内の多くは離弁（左右の殻がバラバラの状態）です．このことや上述した大型生物の化石が断片的なものばかりだったことから，道後姫塚の化石の多くは現地性のものではなく，他の場所から運ばれて堆積・化石化したものだと思われます．本調査で得られた二枚貝の標本はまだ同定されたものが少なく，今後の研究が待たれます．発掘をした筆者の体感では，二枚貝の中では*Nanonavis*が最も多く産出していました（図4a, b）．*Nanonavis*以外の二枚貝としてはおそらくPropeamussidae（ワタゾコツキヒ科）に属するものやイノセラムス類（断片的なものを含む），*Acila*や*Glycymeris, Apiotrigonia*などもみられました．そのほか，Bed9からはカンパニアン期を示すイノセラムス類である*Sphenoceramus schmidti* type Aが産出しています（堀ほか，2024）．また，二枚貝以外の軟体動物化石としては巻貝やアンモナイトも産出します．産出したアンモナイトの多くは断片的で同定が困難な標本でした（図4c）が，Bed8で見つかったアンモナイトには異常巻きのものがあり，堀ほか（2024）はその標本を“*Ainocerus kamuy*？現在検討中”として報告しています．これらのほか，ウニも産出しており，特にBed9からは不正形類という平べったい形のウニの標本が見つかりました（図5）．

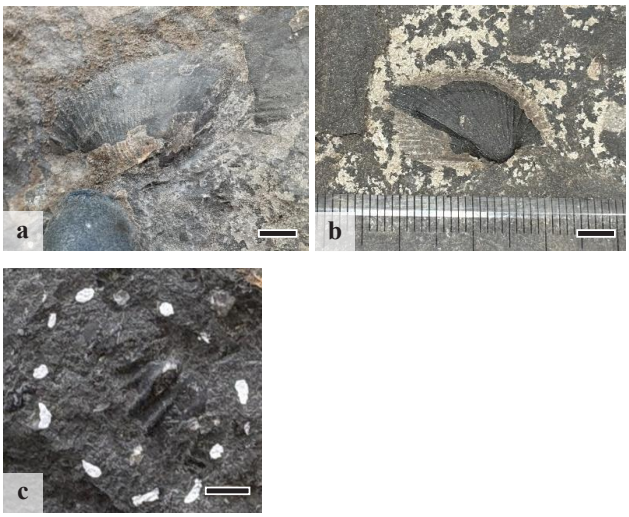

図４　a, b 二枚貝化石（*Nanonavis*）の標本．c アンモナイトの一部と思われる化石．スケールバーはすべて 5 mm.

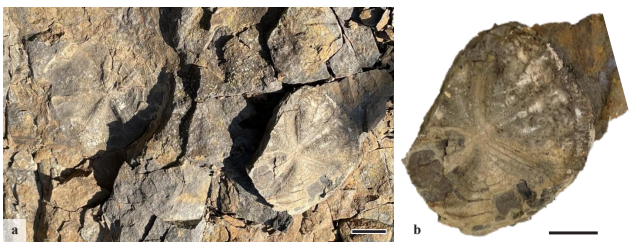

図５　a ウニ化石発見時の様子．左：雌型，右：雄型．いずれも上（反口）面．b 写真 a のウニ化石（雄型）．スケールバーはすべて 2 cm．一部欠損し全体が潰れてしまってはいるものの，花紋や前歩帯が明瞭に保存されている．

6. 2. 産出化石（脊椎動物）

道後姫塚から産出する脊椎動物化石のほとんどすべてが遊離歯です．さらにその内の多くが歯根の欠損した，歯冠のみの標本でした．これらの遊離歯の標本には，首長竜のElasmosauridaeのものが含まれます（図6）．首長竜の標本は1点のみではありますが，歯の概形や表面の線条など首長竜の歯と判断できる特徴が保存されています（佐賀ほか，2022）．

図 6　首長竜の遊離歯の標本（愛媛大学理学部 HP より引用）．歯の表面に線条が存在する．

本調査で得た脊椎動物化石の中で最も多いのは軟骨魚類（特にサメの歯）の化石です（図7a–e）．筆者の体感としてはBed8の層準めがけておおよそ4〜5時間程度発掘をするとサメの歯が1〜2本は出てくるような状態で，筆者が発掘をしたことのある他の上部白亜系の化石産地と比較しても，道後姫塚の化石を多産する層準はサメの歯の産出する頻度が高い印象です．歯の化石は歯冠の表面がエナメル質やエナメロイドに由来する独特な輝きを放つため（特にサメの歯は輝きが強い），これを割り出した時には興奮してしまいます（図7a）．得られたサメの歯は大きな先端部（咬頭）の脇に小さなとがった部分（副咬頭）をもつ（例えば，図7b），歯冠の切縁に多くの鋸歯をもつ（図7c），複数の先端部をもち多咬頭である（図7d），歯冠が2 cm程度と比較的大きく，二等辺三角形に近いもの（図7e）など様々な特徴がみられます．道後姫塚産の軟骨魚類化石を扱った唯一の先行研究であるUyeno *et al.*（1981）は*Hexanchus microdon, Squalicorax* sp., *Orthacodus longidens, Lamna appendiculata*の4属のサメを報告していますが，本調査で得られたサメの歯にはこれらの4属以外の特徴をもつものが含まれます．こうした道後姫塚産のサメの歯の分類については，現在愛媛大学の鍔本研究室の大学院生である豊大翔氏が研究を進めているところです．その現時点での結果として，豊ほか（2025）はUyeno *et al.*（1981）にて報告された標本の分類学的再検討と，道後姫塚からは初の報告となる3属のサメ（*Meristodonoides, Carcharias, Eoptolamna, Squalus*）と1属のエイ（*Ischyrhiza*）の存在を明らかにしています．また，硬骨魚類のものと思われる遊離歯も，サメの歯ほどではないものの，多く産出しました．これらの標本はUyeno and Minakawa（1983）で記載された*Eurypholis japonicus*のタイプ標本と比べると小型なものばかりでした．現時点ではそれらの標本の分類は調べられておらず，その分類が気になるところです．

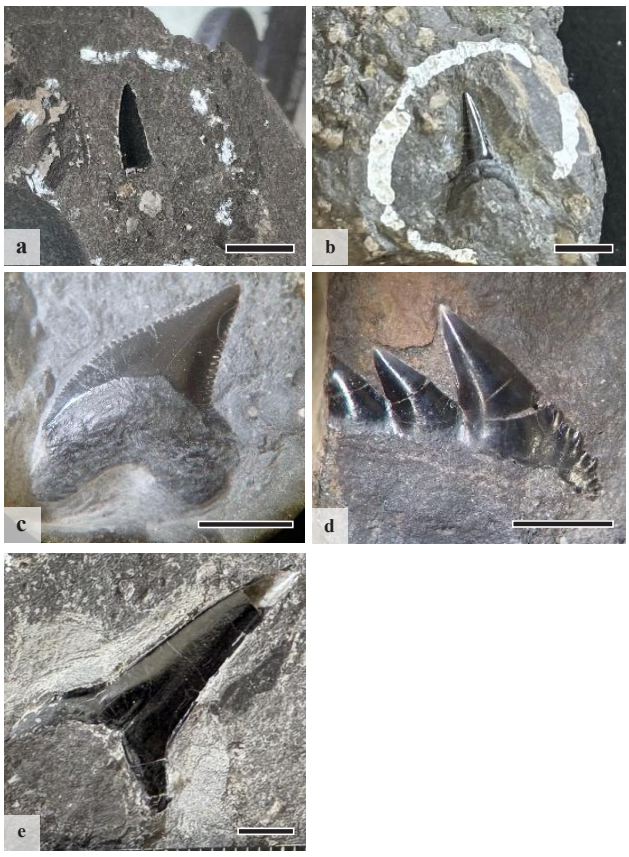

図 7　a サメ歯の標本が露頭にて発見されたところ．b–e 豊大翔氏によってクリーニングされたサメ歯化石．スケールバーは 5 mm．b, c の標本は歯根まで保存されている．化石は産地により色が異なるのだが，道後姫塚産のものは黒く，個人的にかっこいいと思う．

7. 感想・おわりに

発掘調査をしている最中に地元の方から声をかけていただくことが多くありました．特に2022年に首長竜の遊離歯に関する報道が行われてからはその頻度が高くなったように記憶しています．そのような際には“どんな化石が採れて何がわかるのですか？”や“この場所は昔は海だったのですか？”といった質問をいただくことも多く，化石発見のニュースを通じて一般の方の地学への関心が高まっていることも印象的でした．また，2022年からその翌年にかけて，筆者が学生スタッフとしてアルバイトをしていた愛媛大学ミュージアムにて，首長竜の遊離歯をはじめとした道後姫塚産の化石標本が展示されていました．その展示期間中には普段よりも多くの方が来館され，老若男女問わず様々な方から“首長竜の展示を見に来ました”とお聞きしました．改めて化石（特に中生代の大型爬虫類）の人気と影響力の大きさには驚かされます．近年は日本各地の白亜系で活発に発掘活動が行われ，一昔前よりも日本から中生代の脊椎動物化石が発見・研究されることが増えています．個人的にはこういった“地元で化石が見つかった”というニュースをきっかけに地学に興味を持つ人が増えていくことに期待を寄せています．

前述の発掘の意義の部分では触れませんでしたが，発掘調査に参加させていただいた学生の一人としては，実物の

化石に触れる経験を増やせたことも大きな意義・魅力だったと感じています．初めて発掘に参加したとき，それまであまり化石に触れてこなかった筆者には，化石がどのような場所（層準）からどのような見た目で出てくるのかまったく見当もつきませんでした．しかし，発掘調査に何度も参加して先輩や先生方から様々なことを教えていただく中でそれらのことが少しずつ知識として，あるいは経験的にわかっていきました．例えば，岩石を割った面には化石の断面が露出していることが多々あります．そしてその断面の様子は化石が骨であればスポンジ状（海綿質）で，植物であれば独特な光の反射や割れ方（繊維質）で，貝殻であれば炭酸カルシウムによる光沢をもち弧状であるなど化石の種類によって異なります．こうした特徴は発掘をして実物の化石の断面を観察してみないとなかなかつかめません．このように，発掘調査での経験は化石を発見・観察する目や化石の産出する地質の理解にもつながります．そのため，化石に興味を持った人にはより身近に化石や古生物を感じて理解を深めるためにも，何より自らの手で化石を割り出す感覚は何にも代えがたい楽しさと達成感があるので，ぜひ積極的に発掘に挑戦してほしいと思っています．

これまでに書いたように今回の愛媛大学による道後姫塚の発掘調査では，同産地からは初の報告となる分類群を含む多様かつ豊富な化石標本が得られました．そしてこれらの標本は現在も愛媛大学で，精力的に研究されているところです．今後の研究成果の報告に期待が膨らみます．

謝辞

発掘調査に参加した際には堀利栄教授をはじめとした愛媛大学の多くの教員と学生の方々にご指導・ご協力をいただきました（図8）．さらに愛媛大学理工学研究科の堀利栄教授と鍔本研究室の大学院生である豊大翔氏にはこの文章を執筆するにあたり多くのご助言や資料の提供をいただきました．この場を借りて感謝申し上げます．

また，中橋甲斐氏および里和玲伊氏の丁寧な校閲・コメントにより本稿を改善することができました．ここに感謝の意を表します．

図８　道後姫塚発掘に参加したメンバーの集合写真
（堀教授による撮影）．左上が著者．

引用文献

愛媛大学理学部ホームページ　愛媛初！白亜紀首長竜化石の発見！～道後白亜紀層からの首長竜歯化石の確認～．http://www.sci.ehime-u.ac.jp/study_info/2922/，2025/05/30.

堀　利栄・岡本　隆・楠橋　直・鍔本武久・下岡和也・世羅拓真・豊　大翔・炭　元裕・塚腰　実・佐藤たまき・道後姫塚学術調査プロジェクトチーム（2024）愛媛県道後姫塚の白亜系泉層群黒滝層における地質学的・古生物学的検討．日本地質学会第 131 年学術大会講演要旨．

黒田奈那・鍔本武久（2023）愛媛県松山市道後姫塚の露頭から産出する上部白亜系泉層群の化石相リスト．愛媛大学理学部紀要，**25**, 28–34.

野田雅之・田代正之（1973）松山市道後姫塚産化石とその層序学的意義．地質学雑誌，**79**, 493–495.

佐賀昇吾・堀　利栄・岡本　隆・鍔本武久・楠橋　直・佐藤たまき・向井一勝・朝永悠斗・脇山涼輔（2022）“愛媛県道後姫塚から産出した脊椎動物化石”の検討．日本古生物学会第 171 回例会講演予稿集，12.

高橋治郎（1986）愛媛県松山市周辺地域の“中央構造線”．愛媛大学教育学部紀要，**6**, 1–44.

田代正之・佐光本徳・中村彰男（1986）愛媛県西条市周辺の和泉層群二枚貝化石．高知大学学術研究報告 自然科学，**35**, 55–65.

豊　大翔・堀　利栄・鍔本武久（2024）愛媛県松山市道後姫塚の上部白亜系和泉層群産 *Squalicorax* 属（サメ類）の化石．日本古生物学会 2024 年年会予稿集，40.

豊　大翔・鍔本武久・堀　利栄（2025）愛媛県松山市道後姫塚の上部白亜系和泉層群から産出する板鰓類化石群．日本古生物学会 2025 年年会予稿集，58.

Uyeno, T. and Minakawa, T.（1983）A new enchodontoid fish of the genus *Eurypholis* from Cretaceous of Japan. *Bulletin of National Science Museum Tokyo Series C*, **9**, 79–83.

Uyeno, T., Minakawa, T. and Matsukawa, M.（1981）Upper Cretaceous elasmobranchs from Matsuyama, Ehime Prefecture, Japan. *Bulletin of National Science Museum Tokyo Series C*, **7**, 81–86.

山崎哲司・辻井 修（1994）四国の和泉層群北縁部地域の放散虫化石Ⅱ．愛媛大学教育学部紀要，**15**, 41–53.

2025 年 7 月 4 日受付，2025 年 9 月 8 日受理．

Engineering Geology of Japan, No. 15, ‘The special issue of 30th anniversary of Hiruzen Institute for Geology and Chronology’, 155–159 (2025)

Participation in fossil excavation of the Upper Cretaceous Izumi Group at Dogo-Himeduka, Matsuyama, Ehime by Ehime University

Sera Takuma [1), 2)]

[1)] Ehime University, 2-5 Bunkyo-cho, Matsuyama, Ehime 790-8577, Japan

[2)] Hiruzen Institute for Geology and Chronology, Co., Ltd., 2-5 Nakashima, Naka-ku, Okayama 703-8252, Japan

© 2025 Hiruzen Institute for Geology and Chronology. All rights reserved.