

天然記念物「瑞浪化石産地」 ～瑞浪北中学校敷地造成工事現場産化石の研究～

安藤佑介*

“Mizunami Fossil Locality”, the natural treasure of Mizunami City
– Study of fossils from the construction site of the Mizunami-Kita junior high school
in Toki-cho, Mizunami City, Gifu, central Japan –

Yusuke Ando*

要旨

2016年6月から2017年6月にかけて岐阜県瑞浪市土岐町において瑞浪北中学校を建設するための敷地造成工事が実施された。この工事現場は、瑞浪市指定天然記念物「瑞浪化石産地」(昭和36(1961)年6月9日指定)の指定区域内であったため、事前に工事の際に化石が産出した場合は瑞浪市化石博物館に連絡する取り決めがなされた。そして、現場内に露出した下部中新統瑞浪層群明世層戸狩部層上部～明世層山野内部層中部の地層から *Crenomytilus grayanus* (エゾイガイ) をはじめとする貝類、フジツボ類、魚類、鯨類など多くの化石が産出した。

瑞浪市では、地層や化石が文化財(天然記念物)として長年にわたって保護されており、行政の組織内に化石調査に対する理解が広がっていたことにより、工事業者の協力や市役所関係部署の補助も得て調査が実施された。今回発見されたエゾイガイなどの研究成果は、瑞浪市化石博物館研究報告第44号－特別号－にまとめられ、産出化石の一部を活用して瑞浪市化石博物館常設展の改装と学校教育への導入が実施された。

Key words: 瑞浪層群, 前期中新世, 文化財, エゾイガイ, 天然記念物

はじめに

瑞浪市とその周辺には下部～中部中新統瑞浪層群が分布し、貝類、魚類、海生・陸生哺乳類、植物をはじめとする多くの化石が産出しており、古くから調査研究の対象とされてきた(例えば、糸魚川 1974 など)。また、瑞浪市松ヶ瀬町の土岐川河岸は瑞浪市化石博物館指定の野外学習地になっており、開館以来現在も化石採集の場として活用されている。その他に、近年でも公共工事などにより一時的に露出した地層から化石が産出することもあり、瑞浪市は「化石の街」として知られている。その中で瑞浪市明世町一帯(主に瑞浪市化石博物館周辺)、日吉町南部の瑞浪層群は、岐阜県指定天然記念物「明世化石」(昭和32(1957)年3

月25日、指定番号: 岐天第9号; 本論ではわかりやすくするため以下明世化石(県天)と表記)に、土岐町一帯および日吉町半原、宿、宿洞周辺の同層群は瑞浪市指定天然記念物「瑞浪化石産地」(昭和36(1961)年6月9日、指定番号: 瑞天第2号; 本論ではわかりやすくするため以下瑞浪化石産地(市天)と表記)に指定され、保護されている(図1)。前者の「明世化石(県天)」の指定区域が牛丸(1960)の情報を基に設定されているのに対し、後者の「瑞浪化石産地(市天)」はそれ以外の市内主要化石産地を保護する目的で区域が設定された。

これらの指定区域内で開発行為を含む工事を実施する場合、「明世化石(県天)」の場合は岐阜県指定様式

2020年4月11日受付, 2020年6月9日受理

* 瑞浪市化石博物館 〒509-6132 岐阜県瑞浪市明世町山野内1-47

Mizunami Fossil Museum, 1-47 Yamanouchi, Akeyo-cho, Mizunami City, Gifu 509-6132, Japan

Email: tyuu-destiny53@hotmail.co.jp



図1. 岐阜県指定天然記念物「明世化石」と瑞浪市指定天然記念物「瑞浪化石産地」の指定区域。灰色：明世化石の指定区域；黒色：瑞浪化石産地の指定区域。地形図は、国土地理院発行1/25,000地形図「土岐」「瑞浪」「御嵩」「武並」を使用。

の現状変更等申請届の提出（指定様式の書類に加え工事等図面などの添付書類も必要）が義務付けられており、県文化財審議会の審査を経て県知事より許可（条件付きの場合あり、ごく稀に不許可の場合もある）が下りる。一方、「瑞浪化石産地（市天）」の場合は任意様式にて工事の概要を記述した届出書の提出と事前の取り決めが行われるのみで許可・不許可の権限はない。このような指定がされていたことにより、1971年から1973年にかけて実施された中央自動車道瑞浪インターチェンジ建設工事の際には、工事と並行して化石の調査が実施され、これが瑞浪市化石博物館建設の一

因となった（瑞浪市化石博物館（編）1984）。本稿では、近年「瑞浪化石産地（市天）」指定区域内で実施された工事に伴う研究の成果と活用事例を紹介する。

なお、本稿は、2019年7月20日に埼玉県立自然の博物館にて開催された化石研究会第37回総会・学術大会において安藤が講演した同タイトルの内容に加筆・修正を加えたものである。

中学校敷地造成工事に伴う調査

2016年6月から2017年6月にかけて、岐阜県瑞浪市土岐町（図2）に新たに開校（既存の市立中学校3校の統合）する瑞浪北中学校を建設するための敷地造成工事が実施され、その際工事現場内に瑞浪層群の地層が露出した（図3A, B, C, 図4）。建設地は「瑞浪化石産地（市天）」指定区域内であったため、本工事でも従来の公共工事と同様に工事の概要を記述した届出書が提出され、併せて化石が産出した時点で博物館に連絡をする取り決めが事前になされた結果、実際に2016年9月に化石含有層発見の連絡があった。

その後定期的に調査した結果、同年10月に瑞浪層群では初となる *Crenomytilus grayanus*（エゾイガイ）の密集化石が発見され（図3D, 図5A）、工事と並行して翌年4月までに筆者を中心とする研究グループが地質調査及び化石採取を実施した。この調査に際しては、豊橋市自然史博物館や群馬県立自然史博物館、名古屋大学等の研究機関にも協力を仰ぎ、連携して調査を進めた（図3E）。約半年間の調査で、エゾイガイをはじめとする貝類、フジツボ類、魚類、鯨類など多くの化石が産出し（図5）、また、調査中の2016年11月26日には市民を対象にした化石採集会も実施した（図3F）。なお、予め計画していたものではなかつ

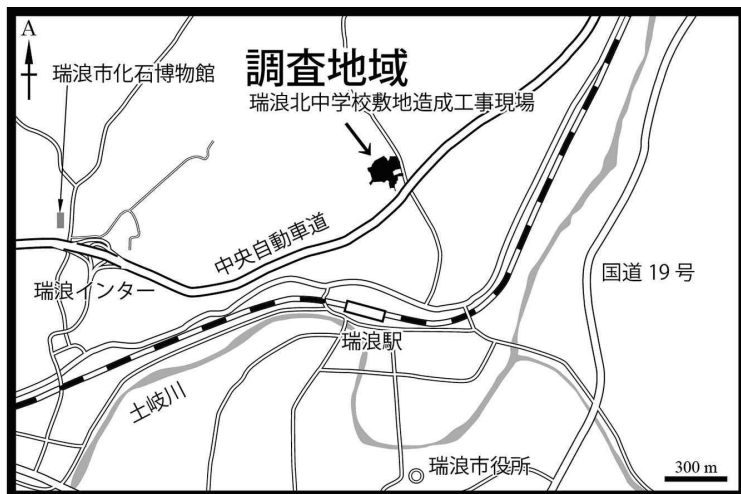


図2. 調査地域。

たことから、本調査に関する予算は全く計上されていなかったが、工事業者の協力や市役所関係部署の補助もあり、多くの標本を採取することができた。これらの標本の採取が各機関と連携して実施できた大きな理由に、工事場所が市指定天然記念物の指定区域内に

あったことが挙げられる。

調査の成果

地質調査の結果、現場に露出した層準は明世層戸狩^{あけよとがり}部層上部のTu凝灰岩（糸魚川 1974）から山野内部^{やまのうちの}部



図3. 調査地域および調査時の写真。A. 調査地域の航空写真（2016年11月29日撮影）、矢印は図3Bおよび図3Cの撮影方向。B. エゾイガイ産出地付近（2016年11月25日撮影）、矢印は図3Dの撮影方向。C. Y1凝灰岩付近（2016年12月14日撮影）。D. エゾイガイ密集部の近影（2016年10月27日撮影）。E. 調査風景（2016年11月10日撮影）。F. 市民を対象にした化石採集会の様子（2016年11月26日撮影）。A、Bのスケールは10m、Cのスケールは1m、Dのスケールは20cm。

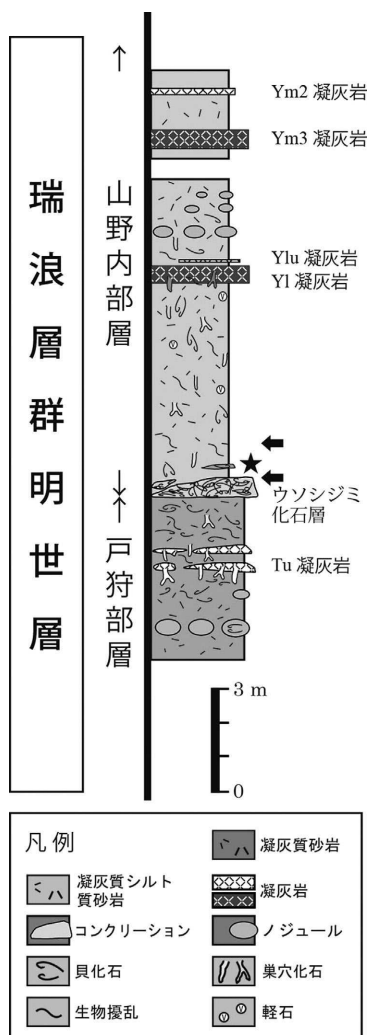


図4. 工事現場内に出現した瑞浪層群明世層戸狩部層～山野内部層の柱状図(安藤 2018; 安藤・糸魚川 2018)を改編。★はエゾイガイ密集部、矢印は鯨類化石産出層準を示す。

層中部の Ym2 凝灰岩(糸魚川 1974)であることが判明した(図4)。エゾイガイ密集部は約 3m × 5m の範囲で確認されたが、この密集部は戸狩部層と山野内部層境界のウソジミ化石層(糸魚川 1974)の上位30cm に存在し、凝灰質シルト質砂岩中にレンズ状に挟まれることが明らかになった(図4)(安藤 2018; 安藤・糸魚川 2018)。なお、笹尾ほか(2018)による明世層中のジルコン U-Pb 年代およびジルコン FT 年代の検討によれば、明世層山野内部層の堆積時期は約18Ma(前期中新世後期)である。エゾイガイの同定に関しては、安藤・糸魚川(2018)と Kurihara and Ohta(2018)に詳しい記載があるが、殻表に成長線と細かい縦肋が存在している点、殻内の軟帯に空

胞が存在しない点などによる。また、この密集部からは、エゾイガイの他に岩礁性・付着性の貝類である *Septifer agiensis*(アギクジャクガイ)(図5B)、*Chlamys iwamurensis*(イワムラニシキ)(図5C)、*Pododesmus macroschisma*(ナミマガシワモドキ)(図5D)が多産し、それらに付随して *Sacella miensis*(ミエゲンロクソデガイ)、*Kotorapecten egregius*(ミズナミホタテ)、*Cyclocardia siogamensis*(シオガママルフミガイ)、*Euspira meisensis*(メイセンタマガイ)などの貝類 23種も識別された(安藤・糸魚川 2018の table 1)。エゾイガイの多産やそれに伴う岩礁性・付着性貝類の産出は、瑞浪層群の中では本エゾイガイ密集部でのみ見られる特徴である。したがって、安藤・糸魚川(2018)は、この群集を「*Crenomytilus* 群集(エゾイガイ群集)」として提唱した。なお、エゾイガイが優占する貝類化石群集は岩村層群遠山層久保原相からも報告されている(Kurihara and Ohta 2018など)。

エゾイガイ密集部におけるエゾイガイの詳しい合弁率は算定していないが、現地調査では合弁殻のほうが離弁殻よりも多く見られた。図5Aに図示した標本(MFM16000)には、一部が欠損している標本も含めると縦35cm、横50cmの母岩中に28個体が含まれ、合弁率は79%(28個体中22個体)であった。このような岩礁性・付着性貝類が付着物を伴わない細粒碎屑物中に密集し、合弁の状態で産出することはあまりない。そこで筆者を含む研究グループは、本標本をフォトグラメトリーという複数方向からの写真画像に基づく標本の三次元立体構築法を用いて三次元モデル化し、そこに三次元モデル化した単体のエゾイガイ個体を埋め込み、岩石中における個体の埋没方向や三次元分布を再現し、埋没状態からその要因を考察することを試みた。その結果、個体の埋没方向は一定ではないものの、その多くは互いに腹縁を接していることが判明した。岩礁に付着して生活するイガイ類の多くは、腹縁から出たタンパク質繊維の足糸が別個体の足糸あるいは殻に付着し、お互いに密接しあって群体を作ることが知られている(Tsuchiya and Nishihira 1985; Beesley et al. 1998など)。したがって、三次元モデルの観察から標本 MFM16000には付着し合った群体の状態が保存されている可能性がある。明世層産標本の三次元的な保存状態は、Lutaenko and Levenets(2015)が示した現世海岸で海藻に付着したまま漂着した状態のエゾイガイとよく似ている。そこで、安藤ほか(2018)や安藤(2019)は、このエゾイガイが海藻など比較的運搬されやすく、かつ容易に分解され化石として保存されにくい物体とともに岩礁で群体を形成していたもので、その後波浪などの影響で岩礁から

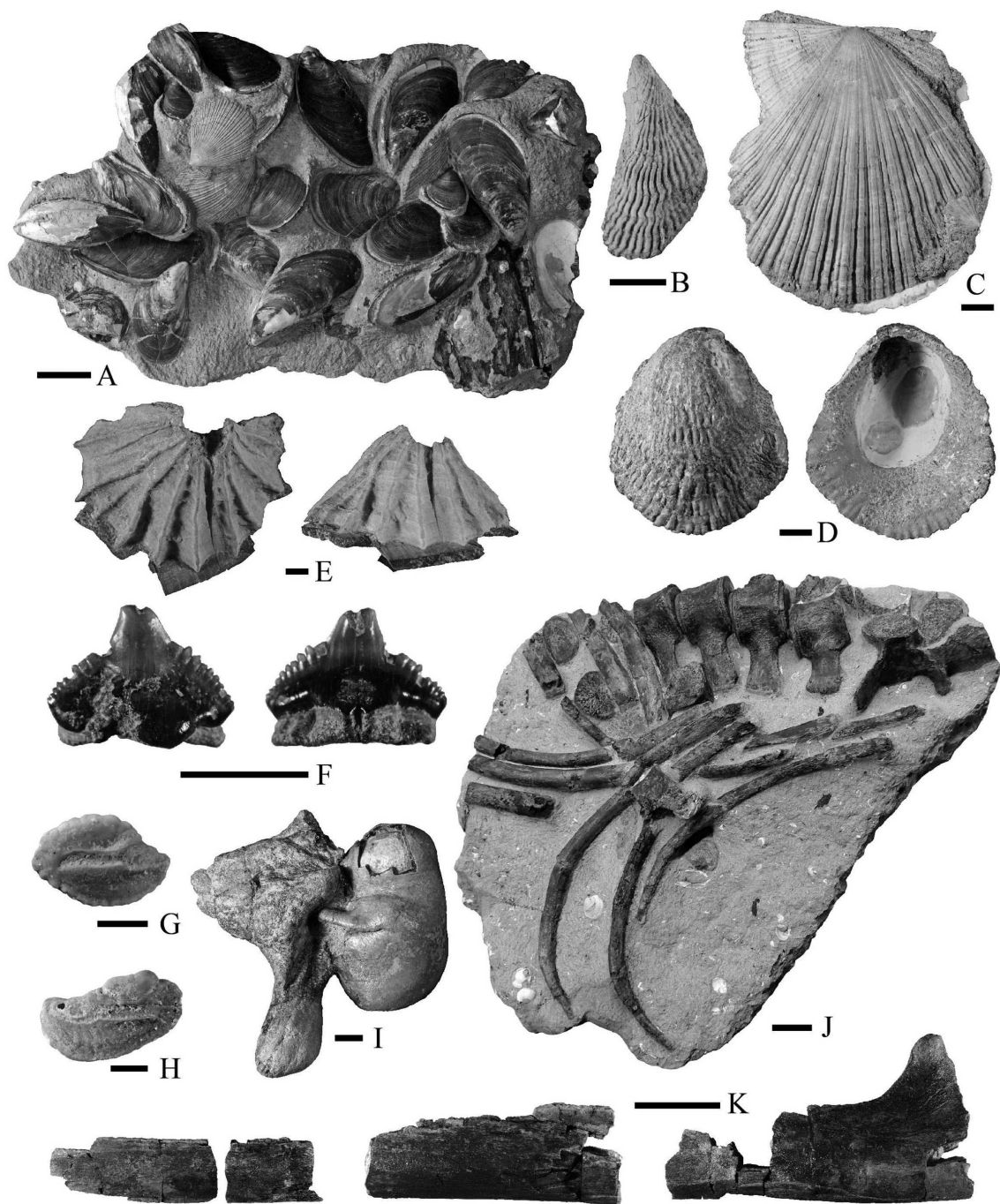


図5. 産出した主要な化石。A. *Crenomytilus grayanus* (エゾイガイ), MFM16000. B. *Septifer agiensis* (アギクジャクガイ), MFM16006. C. *Chlamys iwamurensis* (イワムラニシキ), MFM16008. D. *Pododesmus macroschisma* (ナミマガシワモドキ), MFM16011. E. *Balaninae* gen. et sp. indet. (フジツボ亜科の未定種), MFM9709, エゾイガイに付着した周殻。F. *Nebrius delfortriei* (オオテンジクザメの仲間), MFM16501. G. *Nemipterus* sp. (イトヨリダイ属の未定種), MFM17102. H. *Pterothrissinae* gen. et sp. indet. (ギス亜科の未定種), MFM17101. I-K. *Isanacetus* sp. cf. *I. laticephalus* (イサナセタス・ラティセファルスに近い種), MFM18127. I. 右耳周骨および鼓室胞。J. 椎骨と肋骨。K. 下顎。A, J, Kのスケールは、5.0cm, B-Iのスケールは、1.0cm, Fのスケールは5.0mm, G, Hのスケールは1.0mmである。

遠離れたものの、群体の状態を維持したまま表層を浮遊し、堆積場に運搬されて埋積した可能性を示唆した。

貝類の他に産出した大型化石では、フジツボ類（図5E；野村 2018）、サンゴ類、コケムシ類、*Nebrius delfortriei*（図5F；オオテンジクザメの仲間）を含む軟骨魚類（板鰐類）（高栗・安藤 2018）、硬骨魚類（図5G, H；宮田ほか 2018）、鯨類（木村ほか 2018）について分類学的検討がなされた。中でも鯨類は、2016年12月に肋骨や椎骨がエゾイガイ密集部の上位層準から、2017年3月には前述とは別個体の下顎、上顎の一部、耳周骨および鼓室胞、肋骨、椎骨をはじめとする全身の約60%がウソシジミ化石層直上から産出した（図4、図5I-K）。これら鯨類は、エゾイガイの調査終了後の工事で産出したが、化石と思われるものは逐一報告してもらうことを工事業者に依頼していたため、重機による破損はあったものの、工事作業中に発見されたものとしては比較的保存が良く、かつ多くの部位を採取できた。分類学的検討の結果、2017年3月に採取された標本は *Isanacetus* sp. cf. *I. laticephalus*（イサナセタス・ラティセファルス近似種）であることが明らかになった（木村ほか 2018）。イサナセタス属の標本は、これまでに阿波層群（三重県伊賀市）と瑞浪層群から2標本が産出しているが（Kimura and Ozawa 2002）、本調査で初めて保存良好な下顎が得られた（図5K）。

大型化石の採取にあわせて、微化石の抽出も行った。その結果、山野内部層下部から保存良好な花粉化石が抽出された。花粉分析の結果、*Keteleeria*（アブラスギ属）、*Pseudolarix*（イヌカラマツ属）、*Reevesia*（チャセンギリ属）などの温暖な要素を含む群集が識別され、落葉広葉樹と常緑広葉樹の混交林に針葉樹を伴う暖温帯の古植生が復元された（齊藤・今泉2018）。その他、少量ではあるが貝形虫類として *Yezocythere pohangensis* が、有孔虫類として *Nonion kidoharaense* がそれぞれ産出した。

前述の結果をはじめとする調査の成果は、2018年3月に瑞浪市化石博物館研究報告第44号－特別号－として出版し、各機関に送付すると共に化石博物館のウェブサイト上でPDF ファイルを公開している。なお、調査の成果はメディアを通じて広報し、のべ5回の記者会見を行い、多くのメディアに公表されるとともにその一部は瑞浪市広報誌「広報 Mizunami（2018年4月1日号）」の表紙を飾った（図6）。また、採集された化石の一部は、現在も研究資料として活用されており、中村ほか（2019）は酸素同位体比分析によりエゾイガイ密集層堆積時の古水温を推定し、現在の瑞浪市に比較的近い伊勢湾沖よりも当時の水温が低かったこ



図6. 広報 Mizunami, 2018年4月1日号。

とを報告した。同じ層準からは、冷水性貝形虫が報告されており（Irizuki et al. 2004）、明世層山野内部層下部堆積時の瑞浪市周辺には冷水塊の影響を受ける浅海が広がっていた可能性が高い。

研究成果の活用

前述の工事に伴う調査の成果をより広く紹介するため、2018年7月には化石博物館常設展示室を改装し、産出したエゾイガイとイサナセタス・ラティセファルスの近似種の腰椎と肋骨のブロック（図5J）、下顎（図5K）、頸椎、腰椎および尾椎の各一部を新たに制作した骨格復元画（府高航平氏制作）および古生態復元画（小田 隆氏制作）とともに展示した（図7A；安藤ほか 2019）。調査自体は2017年3月に終了したが、展示については翌年度の2017年10月頃から研究と並行して計画し、予算措置も講じられたため、復元画の制作や展示室の小規模改装工事を実施した。復元画製作の過程については、安藤ほか（2019）で詳しく紹介されている。あわせて、動的な展示手法を取り入れる目的で、調査や復元画制作の様子を撮影した動画を著者が編集し、インフォメーションディスプレイを用いて上映している。

新展示公開後に実施した来館者アンケートの結果では、復元画や映像により調査、研究の様子や展示に至るまでの過程が良く分かる展示であるという意見が約70%を占め、標本ベースの展示を補佐する目的での復元画や映像の重要性が再確認された（安藤ほか 2019）。また、2019年4月に開校した瑞浪北中学校には産出化石の一部や復元画等を展示し（図7B）、研究の成果を学校教育の現場にも還元することに努めた。このような働きかけの結果、化石の見つかった学校として採取標本を授業などで活用するといった教育実践もその後行われている。



図7. A. 瑞浪北中学校から産出した化石および復元画を展示したコーナー。B. 瑞浪北中学校体育館前に設置されたイサナセタス（ヒゲクジラ類）の骨格モニュメントと解説パネル。

化石産地の文化財指定と本調査の意義

本調査のきっかけは、工事現場が市指定天然記念物の指定区域内だったことに起因している。これは、最初に紹介した中央自動車道瑞浪インターチェンジ建設工事の際もその一帯が県指定天然記念物の指定区域内であったことと同じケースである。指定者が国・県・市のいずれかに関わらず、化石産地を天然記念物に区域指定することは本論で述べたような工事の際の産地保護に役立つだけでなく、その調査においても有効であることが再確認された。あわせて、以前より図1の指定区域を示した資料が関係機関に配布されていたことが、工事の早い段階で博物館への化石包有層発見の情報提供につながり、結果として速やかな調査の実施・継続および結果の公表やそのための予算措置を容易にした一因となったといえる。

今回の調査研究は、地層や化石が天然記念物（文化財）として長年にわたって保護されてきたこと、またその調査への理解が行政の組織内で醸成されてきたことにより実現したものであり、かつ地域の博物館と研

究機関、市民、学校との連携がうまく機能したモデルケースになると思われる。

謝辞

本論を執筆するにあたって、そのきっかけとなった調査にあたって便宜をはかっていただいた、あるいは研究やその後の展示に関わった機関、個人の方々を列記する（順不同）。瑞浪市教育委員会、瑞浪市建設都市計画課、市川・今井特定建設工事共同企業体、岐建・中島・青協特定建設工事共同企業体、楓 達也、飯沼英次、大路樹生、木村敏之、西尾花緑、西尾正也、星 博幸、齊藤 毅、藤原慎一、野村真一、宮田真也、兼子尚知、高桑祐司、栗原行人、服部創紀、大野理恵、入月俊明、瀬戸浩二、伊奈治行、芳賀拓真、松岡敬二、吉川博章、桑山光夫、合田隆久、岸本眞五、中川登美雄、河野重範、遠藤三知郎、安藤瑚奈美、浦野雪峰、高橋恵里、村宮悠介、田中拓海、府高航平、小田 隆、瀬尾和宏、瑞浪市化石博物館の柄沢宏明博士および瑞浪市陶磁資料館の砂田普司氏には本調査および研究への全面的なご支援をいただいた。名古屋大学名誉教授の糸魚川淳二博士には調査や貝類化石分類をはじめ、展示に関する議論等、本研究の細部にわたりご助言をいただいた。埼玉県教育委員会（元埼玉県立自然の博物館）の北川博道博士には本稿執筆ならびにその基となった講演の機会をいただいた。栃木県立博物館の河野重範博士には原稿に目を通していただき、改善に関する有益な助言をいただいた。本論は、群馬県立自然史博物館の高桑祐司博士および匿名の査読者によって査読され大きく改善された。以上の方々に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 安藤佑介（2018）瑞浪北中学校敷地造成工事現場で観察された中新統瑞浪層群の露頭。瑞浪市化石博物館研究報告 44－特別号－，1-11
- 安藤佑介（2019）岐阜県瑞浪市土岐町の瑞浪層群明世層産 *Crenomytilus grayanus* と群馬県下仁田町の下仁田層産 *Mytilus (Tumidimytilus) tichanovitchi* の産状。下仁田町自然史館研究報告 4, 9-14
- 安藤佑介・藤原慎一・安藤瑚奈美（2018）フォトグラメトリーを活用した瑞浪層群明世層産 *Crenomytilus grayanus*（二枚貝綱：イガイ科）群体（MFM16000）の三次元的な産状再現。瑞浪市化石博物館研究報告 第44号－特別号－，63-70
- 安藤佑介・糸魚川淳二（2018）瑞浪北中学校敷地造成工事現場に露出した明世層中の *Crenomytilus*（エゾイガイ）密集部から産出した貝類化石。瑞浪市化石博物館研究報告 第44号－特別号－，13-24

- 安藤佑介・木村敏之・小田 隆・府高航平・瀬尾和宏
(2019) 中新統産ヒゲクジラ類 *Isanacetus* (イサナセタス) 属の復元と瑞浪市化石博物館の展示への活用. 瑞浪市化石博物館研究報告 45, 99-120
- Beesley PL, Ross GJB, Wells A (1998) Mollusca: the Southern synthesis, Fauna of Australia 5. CSIRO Publishing (Melbourne), 563p
- Irizuki T, Yamada K, Maruyama T, Ito H (2004) Paleocology and taxonomy of Early Miocene Ostracoda and paleoenvironments of the eastern Setouchi Province, central Japan. *Micropaleontology* 50, 105-147
- 糸魚川淳二 (1974) 瑞浪層群の地質. 瑞浪市化石博物館研究報告第1号-瑞浪層群の地質と化石-, 9-42
- 木村敏之・安藤佑介・安藤瑚奈美・楓 達也・服部創紀・村宮悠介 (2018) 瑞浪北中学校敷地造成工事現場の下部中新統瑞浪層群明世層よりヒゲクジラ類化石2標本の産出. 瑞浪市化石博物館研究報告第44号-特別号-, 43-51
- Kimura T, Ozawa T (2002) A new cetother (Cetacea: Mysticeti) from the early Miocene of Japan. *Journal of Vertebrate Paleontology* 22, 684-702
- Kurihara Y, Ohta K (2018) The identity of the large “*Mytilus*” (Mollusca: Bivalvia: Mytilidae) from the lower Miocene Iwamura Group, central Japan. *Bulletin of the Mizunami Fossil Museum* 44, 51-58
- Lutaenko KA, Levenets IR (2015) Observation on seaweed attachment to bivalve shells in Peter the Great Bay (East Sea) and their taphonomic implications. *Korean Journal of Malacology* 31, 221-232
- 宮田真也・河野重範・安藤佑介・服部創紀 (2018) 瑞浪北中学校敷地造成工事現場の下部中新統瑞浪層群明世層から産出した硬骨魚類の耳石・歯化石. 瑞浪市化石博物館研究報告第44号-特別号-, 31-38
- 瑞浪市化石博物館 (編) (1984) 瑞浪市化石博物館10年のあゆみ. 瑞浪市化石博物館, 115p
- 中村 旦・大路樹生・林 誠司・安藤佑介・高柳栄子・井龍康文 (2019) 下部中新統瑞浪層群明世層産エゾイガイ化石の酸素同位体比. 日本古生物学会2019年年会予稿集, 41
- 野村真一 (2018) 瑞浪北中学校敷地造成工事現場の下部中新統瑞浪層群明世層から産出した化石フジツボ類. 瑞浪市化石博物館研究報告第44号-特別号-, 25-30
- 齊藤 毅・今泉なつみ (2018) 下部中新統瑞浪層群明世層山野内部層から産出した花粉化石群集の花粉層序学的位置. 瑞浪市化石博物館研究報告第44号-特別号-, 53-61
- 笹尾英嗣・檀原 徹・岩野英樹・平田岳史 (2018). 岐阜県南東部に分布する中新統瑞浪層群および岩村層群のジルコン U-Pb 年代とジルコン FT 年代の再評価. *地質学雑誌* 124, 141-150
- 高桑祐司・安藤佑介 (2018) 瑞浪北中学校敷地造成工事現場の下部中新統瑞浪層群明世層から産出した板鰐類化石. 瑞浪市化石博物館研究報告第44号-特別号-, 39-42
- Tsuchiya M, Nishihira M (1985) Islands of *Mytilus edulis* as a habitat for small intertidal animals: effect of *Mytilus* age structure on the species composition of the associated fauna and community organization. *Marine Ecology Progress Series* 31, 171-178
- 牛丸周太郎 (1960) 明世化石. 岐阜県指定文化財調査報告書 4, 110-115