

とやまと自然

第45巻 秋冬の号

No.179 2022

くるま そうぐん
来馬層群の化石

ふくい きょうりゅう めいよ ことう
福井県立恐竜博物館名誉研究員 後藤 道治

ふくい きょうりゅう けんたろう
福井県立恐竜博物館研究員 中田 健太郎



アマルチウス オリエンタリス (*Amaltheus orientalis*) 右の写真は横からみたもの

来馬層群の化石

後藤道治¹・中田健太郎²



1. はじめに

私（後藤）がはじめて来馬層群を知ったのは、今から40年前に長野県の大学に入ったばかりの頃で、先輩に案内された地層見学会の時でした。長野県の北部、新潟県との県境近くの小谷村に来馬という集落があります。集落の東側には暴れ川の姫川によって削られた崖があり、数百mにわたって来馬層群の地層が露出していました（図1）。ここからは淡水と海水が混じり合うような汽水域に棲む貝類や、シダ類、イチョウ類などの陸上植物の化石がたくさん出てきます。当時の私は化石採集に夢中になっていました。その後、大学院に進学し、本格的に来馬層群の研究を始めますが、そのきっかけとなったのが指導教官であった山下昇先生（故人・信州大学名誉教授）がおっしゃった、「来馬層群は地層の厚さが1万メートル近くもあって他

に類を見ない」の一言でした。実際の厚さはその半分程度なのですが、それほど厚い地層をためる海は深海しかありません。しかし、出て来る化石は浅い海や陸上のものばかりで、謎の多い地層であると感じました。今回は私が40年余り調査研究をしてきた来馬層群について、思い出も交えながら紹介し、共著者の中田さんにはご自身の研究と新種のアンモナイトについて紹介してもらいます。

2. 来馬層群のあらまし

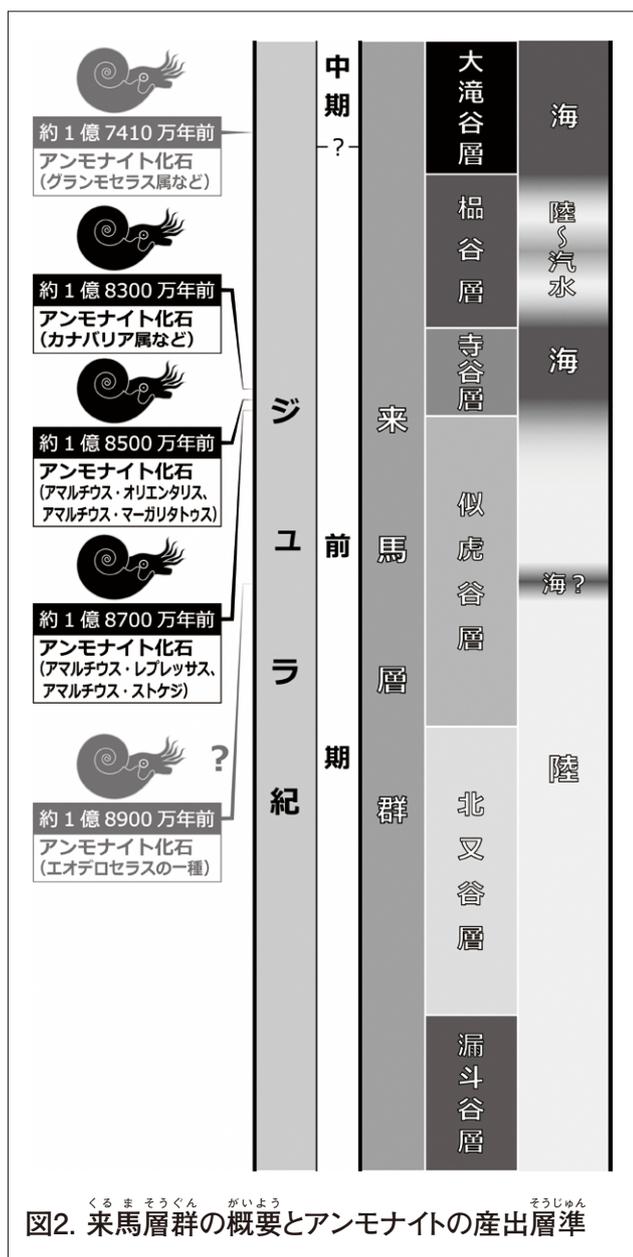
来馬層群は、中生代前期ジュラ紀（約2億年～1億7千万年前）の地層で、富山県、新潟県、長野県の県境付近に、北西-南東方向に細長く分布しています。その広さは東西方向に約20キロメートル、南北方向に約30キロメートルの範囲にわたります。来馬層群についての記述が最初に日本の文献に出てくるのは19世紀後半ですが、その後、北海道帝国大学の石三郎教授（故人）が1931年に来馬集落付近から出る植物化石を研究し、その化石が出てくる地層を「来馬統」と命名しました。「来馬層群」という名前が最初に登場するのは1957年、東京帝国大学の小林貞一教授（故人）とその



図1. 来馬集落東側の崖（露頭） 2016年撮影

¹ 福井県立恐竜博物館名誉研究員。博士(理学)。富山市科学文化センター(現富山市科学博物館)主幹学芸員、福井県立恐竜博物館副館長を経て現職。専門は中生代の軟体動物化石。

² 福井県立恐竜博物館研究員。博士(理学)。いわき市アンモナイトセンター研究員を経て現職。専門はジュラ紀のアンモナイト。



お弟子さんたちによる論文でした。その中でアンモナイトは筑波大学名誉教授の佐藤 正博士、二枚貝化石は東京大学名誉教授の速水 格博士（故人）によって詳しく研究されました。また、植物化石については元東京学芸大学教授の木村達明博士（故人）とそのお弟子さんの辻井正則さんによって研究され、まとめられています。

来馬層群をさらに詳しく見ていくと、その地層は主に水中で層状に溜まった砂泥や礫などの堆積物からできています。ただ、その中に時々火山灰の層が挟まってくる場合があります。地層は下から上に向かって溜まりますので、上より下が古い地層になります。来馬層群は、富山・新潟の県境付近で



図3. トンネルの天井にあったアンモナイトの痕跡 (撮影:故山下昇信州大学名誉教授 (露頭))

は、下の地層から漏斗谷層、北又谷層、似虎谷層、寺谷層、楯谷層、大滝谷層の順に重なり、これが基準となっています（図2）。一方、来馬集落を中心にした長野・新潟の県境付近では、漏斗谷層と北又谷層に相当する地層として、下から蒲原沢層、大所川層、ヨシナ沢層が露出しています。さて、地層は水中で溜まると言っても地球上にはいろいろな水域があることは皆さんも知っているとおりです。海もあれば湖もあるし、池や川もある。また、海と言っても深海や浅海などさまざまな環境があります。では、来馬層群はいったいどのような水域でいつ頃溜まった地層なのでしょう。それを教えてくれるのが化石です。

3. 来馬層群の化石

来馬層群の化石は海のものから陸のものまで実に多様です。私が最も注目したのが海の化石の代表格といえるアンモナイトでした。なぜなら、アンモナイトは時代決定に有効な化石だからです。私が初めて来馬層群でアンモナイトを見た時のことは、今でも鮮明に覚えています。1980年、私は富山県朝日町泊の森 群平さん（故人）を訪ねました。森さんは長年小学校の校長先生をされ、前述した「来馬層群」の調査にも協力し、研究に深く関わった方でした。私に会うなり森さんは「トンネルの中のアンモナイトを見せてあげる」とおっしゃり、後日一緒に野外へ行くことになりました。お年は75歳を超えていましたし、移動手段は私のオフロードバイクのみです。とても危険を伴う調査ですので、いつ



図4. アンモナイトの新種が見つかった境川本流の崖（露頭）

しょに調査に行くことを躊躇しましたが、森さんの活気ある言葉と笑顔に押されて、境川の林道をさかのぼること10km。そのほぼ終点到寺谷と呼ばれる谷があり、そこに電力会社の取水口として掘られたトンネルがありました。その狭いトンネルのほぼ中央の天井の岩盤に8cmほどの大きさのアンモナイトの痕跡がありました。これが、私が見た来馬層群の最初のアンモナイトでした（図3）。

2021年7月アメリカの科学雑誌に発表した新種のアンモナイト（後述の第5節）の多くは、その後寺谷よりもやや下流の境川流域を調査した時に発見したものです。調査に同行してくれた大学の後輩の川口通世さん（会津若松市在住）が河原の転石から初めて発見し（図9B）、後日そのやや下流の大きく崩れた崖（図4）の地層から私が二つ目となる化石を発見しました（図9A）。ハンマーを振り下



図5. トヤマミノガイ ラベルの横の長さは6cm
寺谷付近で発見された化石

ろしてパカッと割れた石の中から、きれいなアンモナイトが出てきた時の感動は言葉では伝えられません。思わず「ウオー」と叫んでしまいました。今思えば怖い崖ですが、若かったのでしょうか。恐れを知らず、崩れた崖を必死で登り、化石を採集した時は苦勞が報われた気持ちでした。その後この崖からは、二枚貝の「トヤマミノガイ」（図5）やウミユリの「セイロクリヌス」、腕足類（未研究）など貴重な化石を発見することになりました。

私の調査では、境川のさらに奥の北谷や来馬集落の南側の崖からも、これまでよりも古い時代を示すと思われるアンモナイトが見つかっています。今後、来馬層群がいつ頃から形成されたのか詳しく分かるようになると期待しています。

さて、アンモナイトの研究は歴史が古く、二百年近く前からヨーロッパを中心に発展してきました。アンモナイトの中でも、特に生存期間が短く、広範囲に生息域を拡げた種類は、時代決定に有効な化石（示準化石）として良く研究されています。来馬層群のアンモナイトは佐藤先生の研究で、寺谷層から中生代前期ジュラ紀の後期プリンスバッキアン期のもの（約1億8500万年前）、大滝谷層から後期トアルシアン期のもの（約1億7410万年前）などが見つかっています。

二枚貝化石は、北又谷層、似虎谷層、楯谷層やヨシナ沢層などから、汽水に生息するシジミに近い種類とイガイやカキの仲間などが豊富に出きます（図6）。しかし、これらの地層からは浅海に



図6. イガイの仲間 (左)、シジミに近い仲間 (右)



図7. ウグイスガイの仲間 (スケールは1cm)

生息するウグイスガイ、ネズミノテガイやイタヤガイの仲間なども出てくることがあります(図7)。つまり、同じ地層の中でもその溜まった環境を細かく見ると、ある時は汽水になったり、ある時は浅海になったりを繰り返していたことが分かります。一方、寺谷層はアンモナイトが出ることから純粋に海の地層なのですが、やや深い海にまで生息するようなミノガイやロウバイガイの仲間なども見つかっています。

陸上植物の化石としてはトクサ類、シダ類、ソテツ類、イチョウ類、マツ類などに属するものの他、絶滅したベネチテス類などの裸子植物も見つかっています。植物化石から分かる当時の気候については、温暖湿潤な環境であったと言われています。木村先生と辻井さんが研究された、タイプ標本を含む来馬層群の植物化石は、木村先生と共同研究をされた関戸信次さんのご縁によって、小松市立博物館に大切に保管されています。その後、このような古植物学の先人の残した貴重な資料や標本の活用、次世代へ繋がるさまざまな啓発・普及活動を目的に、研究者やアマチュアの化石収集家によって中生代植物研究会が設立されました。小松市立博物館に収蔵された標本を含めた来馬層群の植物化石は、この研究会によって一般の方々にも分かりやすく親しみやすい図鑑である「日本産ジュラ紀の植物化石図鑑 - 来馬型植物群 -」としてまとめられました。

脊椎動物としては魚類、カメ類の甲羅、クビナ

ガリュウ類の歯、恐竜の足跡など、海域から陸域までを示す化石が見つかっています。

このように多種多様な化石が見つかる来馬層群は、これからも貴重な化石が掘り出される可能性を秘めています。

4. 分厚い地層の謎

来馬層群の地層の厚さ(約5千メートル)については1996年に、当時名古屋大学の熊崎直樹さんと小嶋智助教授の研究で一つの見解が出されました。お二人は、小林教授らなどの先達の研究も踏まえながら調査研究した結果、来馬層群の堆積物や堆積の仕方の特徴が、アメリカ西部やノルウェー西部などの横ずれ断層によってできた堆積盆に溜まった、1万~2万5千メートルに及ぶ分厚い地層の特徴とよく似ていることに注目したのです。化石の特徴からも深海ではなく、浅海や湖、河川で溜まった砂泥や礫などでできている点で来馬層群とよく似ていると指摘しています。来馬層群は横ずれ断層の動きによって徐々に深くなっていくくぼみを堆積物が埋めていく過程で、浅海や汽水などの海の環境、あるいは湖や河川などの陸上環境が繰り返されて厚い地層が形づくられたと考えられています。

5. 研究を陰で支えてくれた方々

ここで来馬層群から発見された新種の化石にまつわる話を二つ紹介したいと思います。

一つは私がまだ大学院生だった頃、信州大学の地質学教室には文部技官の藤田 敬さん(故人)がいらっしゃいました。この方は写真撮影や図表製作に類い希な技術とセンスをもっていらっしゃいました。さらに、藤田さんがお持ちの現生貝類のコレクションは、今となつては採集困難なものや保存状態が極めて良いものなどが含まれていて、質量とも群を抜いて素晴らしいコレクションでした。もちろん現生貝類の研究においても造詣が深く、学術雑誌に掲載された論文もありました。私も藤田さんから写真撮影の際の照明配置の仕方、フィルム現像や図表製作の技術を教わりました。当時は今のようにデジタルカメラは無かったので、画像処理などはできず、コンピュータソフトなども無かったので、図表は全て手描きでした。また現生のみならず、来馬層群をはじめ諸時代の化石についても知識が豊富で、化石も数多く所有しておられたようです。ある時、私が見せたウグイスガイの仲間の化石(図7)に藤田さんが「後藤、これ新種じゃないか?」とおっしゃったのです。直感が働いたのだと思いますが、後日、前述の速水先生にお見せしたところ新種に間違いなく、その後、速水先生の多大なるご指導のおかげで、1983年、日本古生物学会報告紀事という学術雑誌に新種(プテロペルナ・キタダニエンシス)として論文掲載することができました。

もう一つはトヤマミノガイにまつわる話で、新種として記載されたのは1981年の富山市科学文化センター研究報告です。その報告によるとトヤマミノガイ(図5)は高岡地学会と富山市科学文化センター(現富山市科学博物館)の同好者が森さんの案内で行った巡検の際、寺谷付近で採集したものと記されています。高岡地学会から博物館に寄贈され収蔵されていた標本を、1980年10月、当時博物館の主任学芸員だった赤羽久忠さんが、ちょうど博物館で開催されていた日本古生物学会例会にいらっしゃった速水先生にその標本を見て頂いた結果、新種と判明したということでした。この論文の筆頭著者は速水先生で、第二著者は赤羽さんでしたが、赤羽さんの研究分野は化石とは程遠い岩石鉱物だったのです。トヤマミノガイは赤羽さんが専

門外の化石についても真摯に扱ってくださったおかげで、博物館の収蔵庫に埋もれることなく陽の目を見ることができたものと思っています。(後藤)

6. 来馬層群から発見された新種のアンモナイト

富山県と新潟県の県境付近に分布する来馬層群は、既述のとおり構成する岩石の違いから6つの層に区分されていますが、アンモナイト化石は下から4番目に位置する寺谷層(約1億8700万年前~約1億8300万年前)から主に見つかっています(図2)。寺谷層のアンモナイト化石は、日本のジュラ紀アンモナイト研究の第一人者である佐藤 正先生によって1950年代に研究され、カナバリア属とアマルチウス属という2つのグループのアンモナイトがいたことが明らかにされました。これ以降、寺谷層のアンモナイト化石に関する研究は長い間なされてきませんでした。私たちの研究チーム(福井県立恐竜博物館の中田と後藤、ジュネーブ自然史博物館のクリスチャン・マイスター博士、新潟大学の松岡 篤教授)は佐藤先生の研究以降に新たに収集されたアンモナイト化石の研究を行い、アマルチウス属というグループの中に複数の種が含まれていることを明らかにして2021年7月に論文を発表しました。

アマルチウス属は、北西ヨーロッパ(イギリス、ドイツ、フランスなど)や北アメリカ(アメリカ合衆国

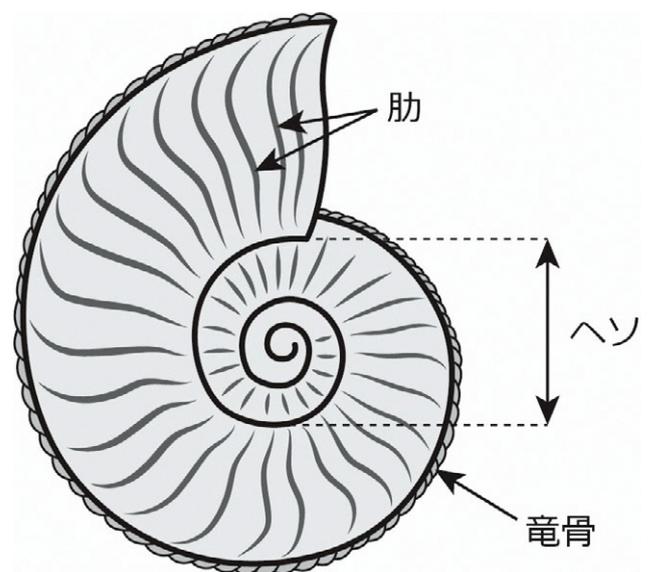


図8. アンモナイトの部位

北西部、カナダ)、ロシアからよく見つかるアンモナイトです。比較的キュッと密に巻いていてヘソが狭い殻の縁には、縄目状の特徴的なでっぱり(竜骨と言います)があることで知られています。また、殻の表面には緩やかにカーブした線状の盛り上がり(肋と言います)が多数並んでいます(図8)。このような殻の巻き方や、竜骨や肋などの表面装飾の違いなどを総合的に観察することで、アマルチウス属はこれまでに24種ほどいることがわかりました。これらの種はいずれも北西ヨーロッパもしくはロシアで最初に発見されています。私たちの研究チームは、自らが収集した化石に加え、これまでに発見され博物館や大学に収蔵されているすべてのアマルチウス属の化石を調査しました。調査で赴いた施設は11か所、調べた化石は34点に及びます。その結果、寺谷層で発見されたアマルチウス属のアンモナイト化石には4種が含まれていることがわかりました。そのうち2種は北西ヨーロッパで発見されたアマルチウス・ステゲジとアマルチウス・マーガリタトゥスで、ロシアや北アメリカなど広い範囲に分布する種(一般種)でした。3種目はアマルチウス・レプレッサスという種です。レプレッサス種はこれまでロシアのみから発見されており、ロシアの固有種と考えられてきました。今回ロシア以外からは初めてとなるレプレッサス種を発見したことで、本種がロシアのみならずより広い範囲に分布していたことが明らかになりました。そして、4種目についてはこれまで知られていなかったのでアマルチウス属の種とも違うということがわかりました。すなわち、新種であるということです。私たちの研究チームはこのアンモナイトを「アマルチウス・オリエンタリス」と命名しました(図9)。「オリエンタリス」は「東洋の」という意味ですが、これは本種が東洋で発見された初めてのアマルチウス属の新種であることに因んでいます。

アマルチウス・オリエンタリスは、日本国内の3か所に収蔵されている4点の化石標本に基づいて命名されました。このうち2標本を富山市科学博物館が所蔵しており、その片方をホロタイプ(最も種としての特徴がよく表れている1標本のみを認定する、新種の基準となる標本)に指定しています。



図9. アマルチウス・オリエンタリス. Aはホロタイプ

オリエンタリス種は、アマルチウス属としては比較的緩巻きでヘソが広いことや、竜骨が発達しておらず幅が広いことなどが、ロシアの固有種とされているアマルチウス・タルローズイとよく似ています。一方で、アマルチウス属の中では最も緩巻きでヘソが広いことや、肋の強さ・形が一定ではないことがタルローズイ種などとは異なることがわかり、新種であると認められました。寺谷層から見つかったアンモナイトが新種と確認されるのは初めてのことであり、日本から前期ジュラ紀のアンモナイトの新種が発表されたのは実に50年ぶりのこととなりました。

今回の発見からは、約1億8700万年前～約1億8500万年前の富山県に広がっていた海の環境も垣間見えます。アマルチウス属のアンモナイトは、北半球の高緯度地域を中心に分布することが知られてきました。このことから、このグループは比較的冷たい海を好んでいたのではないかと考えられています(図10)。アマルチウス属の中には、北半球の高緯度地域に広く分布する一般種、主に北西ヨーロッパに分布する北西ヨーロッパ種、ほぼロシアのみに分布するロシア種が存在していたのですが、既述のとおり、今回の研究により、寺谷層のアマルチウス属には、当時の北西ヨーロッパ地域よりさらに北極に近いロシアの種やこれとよく似た新種が含まれていることがわかりました。このことは、前期ジュラ紀の富山県周辺に広がっていた海が、当時の北半球でも特に寒冷であったと考えられるロシアの海と似た環境であった可能性が考えられます。ひょっとしたら現在の親潮のような寒流が北極

8

とやまと自然
No.179 2022

約1億8700万年前 → 約1億8500万年前

図10. アマルチウス属の分布.+は北極、灰色に塗られた部分は陸、灰色の線は大陸プレートの輪郭を示す

の方から当時の日本に向かって流れ込んでいたのか
もしれませんね。

来馬層群から見つかるアンモナイトの再研究はまだ始まったばかりです。寺谷層からはアマルチウス属の他にカナバリア属というもうひとつのアンモナイトのグループが知られていますが、こちらも詳しい研究を行う予定です。さらにこれら以外のアンモナイトも寺谷層から発見される可能性が高いでしょう。今後の研究の進展により、更なる新種が発見されたり、当時の海洋環境がより詳細に解明されたりすることが期待できます。(中田)

7. おわりに

今回の執筆は、新種のアンモナイトの研究とその論文が公表されたことがきっかけとなりましたが、思い起こすと来馬層群の化石について実に多くの方々に関わりをもってきたのだということに気づかされました。そのつながりの中で発見や研究が進められているのも事実ですが、私たちの知らないところ

で新たな発見に遭遇している方々もいるのではないのでしょうか。

未知の化石を発見し、論文で公表することは様々な価値や重要性があると思います。その一つとして思うことは、地球上に存在する以上免れない風化の危機から、岩石中の過去の生物たち(化石)を救い出し、生きていたという証を皆さんに示すことができたということです。少し哲学的になりますが、生き物の死は二度あって、一度目はその個体が亡くなった時、二度目はその存在が忘れ去られた時だそうです。しかし、このように論文などで公表することによって二度目の死から彼らをよみがえらせることができたことにも、私たちは大きな感動と喜びを感じるのです。

とやまと自然 第45巻第3号(秋冬の号)(通算179号) 令和4年10月1日発行
発行所 富山市科学博物館 〒939-8084 富山市西中野町一丁目8-31
TEL 076-491-2123 FAX 076-421-5950
URL <https://www.tsm.toyama.toyama.jp/>
ホームページはカラー版で掲載 カラー版QRコード

発行責任者 水高 清志 印刷所 株式会社グラフ TEL 076-438-4040