



恐竜時代の地層からみつかったワニの祖先型化石を 新種「アンフィコティルス・マイルシ」と命名

～ワニ類における水生適応への進化のはじまりを解明～

ポイント

- ① 福島県立博物館・北海道大学・カールトン大学・群馬県立自然史博物館のチームによって、米国ワイオミング州で発見された全身化石が、ワニに近縁なゴニオフォリス類の新種であることを解明。アンフィコティルス・マイルシとして命名。
- ② ワニ類における水中適応の初期進化の一端を解明し、新しい進化シナリオを提唱。
- ③ 群馬県立自然史博物館で展示予定。来年度以降、福島県立博物館で展示検討中。

概要

福島県立博物館の吉田純輝学芸員、北海道大学大学院理学院（研究当時）だった堀睦氏、北海道大学総合博物館の小林快次教授、カナダ・カールトン大学のマイケル・ライアン教授、群馬県立自然史博物館の高桑祐司地学研究係主幹、長谷川善和名誉館長の研究グループは、1993年にアメリカ・ワイオミング州のジュラ紀後期（約1億5500万年前）の地層から発見され、群馬県立自然史博物館に保管されていたゴニオフォリス類の全身化石の研究を行いました。

世界でも最上級に保存の良いゴニオフォリス類といえる、この全身化石に、本研究チームは既属新種として「アンフィコティルス・マイルシ（化石発見に貢献したクリフォード・マイルス氏に献名）」と命名しました。さらに、本研究ではアンフィコティルス・マイルシの「舌骨」と「内鼻孔」に注目しました。その結果、現在のワニ舌の付け根に位置し、持ち上がることで喉に水が浸入することを防ぐ「舌基弁」の起源が、ゴニオフォリス類を含むジュラ紀の新鱷類まで遡ることを示しました。本研究は「舌基弁」の起源を世界で初めて提唱し、ワニ類祖先が水中へ適応する進化のはじまりを解明しました。

なお、本研究成果は、2021年12月8日（水）00:01 GMT（9:01 日本時間）オンライン公開の *Royal Society Open Science* 誌（英国王立協会）に掲載される予定です。



アンフィコティルス・マイルシ全身骨格 提供：群馬県立自然史博物館

【背景】

中生代、恐竜が陸で繁栄する一方で、ワニ類の祖先は水辺へ進出していきました。ゴニオフォリス類は現生ワニ類に近縁なグループで、恐竜と同じくジュラ紀～白亜紀に生息していました。また、ゴニオフォリス類は原始的でありながら、現生ワニのような特徴を備えており、ワニの祖先型、プロトタイプなどといわれます。そのため、陸生だったワニ類の祖先が水辺へと進出する進化過程を知るうえで、ゴニオフォリス類の研究はきわめて重要視されています。

1993年にワイオミング州でクリフォード・マイルス氏らによってアメリカ・ワイオミング州のジュラ紀後期（約1億5500万年前）の地層であるモリソン層から、カマラサウルス（恐竜）など複数の動物化石が同じ場所から発見され、群馬県立自然史博物館と共同で発掘しました。そのなかには、ゴニオフォリス類化石も含まれ、献身的なマイルス氏らによって群馬県立自然史博物館で収蔵・展示できるようになりました。しかし、このゴニオフォリス類化石の学術的調査はおこなわれていませんでした。そこで、福島県立博物館・北海道大学を中心とする研究チームは、群馬県立自然史博物館に保管されていたゴニオフォリス類の全身化石の研究を開始しました。

【成果】

・新種であると判明

今回の研究は、群馬県立自然史博物館に保管されていたゴニオフォリス類（図1，2）の全身化石を詳細に記載し、北米を中心に他のゴニオフォリス類の化石と比較・調査しました。その結果、研究チームは、幅広い口先（吻部）や内鼻孔後方窩の存在など様々な特徴から、群馬県立自然史博物館蔵の標本はゴニオフォリス類アンフィコティルス属の新種であり、標本の発掘・保存・展示へ貢献のあったクリフォード・マイルス氏に因んで「アンフィコティルス・マイルシ」と命名しました。この結果は、同グループがもつ高い多様性を裏付けています。現生ワニ類でも、吻部は多様な形態が見られることから、祖先型であるゴニオフォリス類も水圏で多様化し、繁栄していたことが示唆されます。

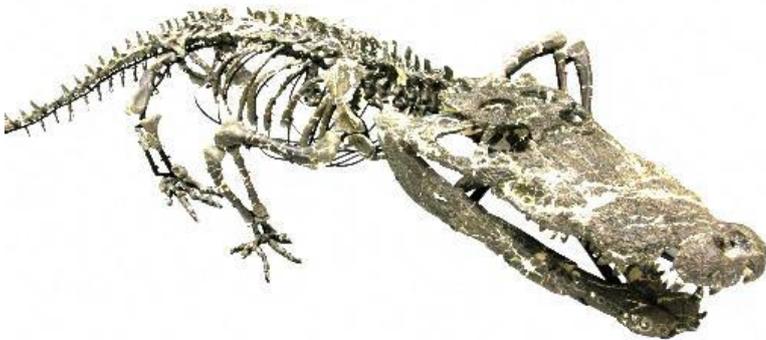


図1. アンフィコティルス・マイルシ全身骨格（提供：群馬県立自然史博物館）



図2. アンフィコティルス・マイルシ復元画 ©小田隆（提供：群馬県立自然史博物館）

・ワニ類の水生適応のはじまり「舌基弁」の起源を提唱

さらに、研究チームは、現生ワニ類にみられる水生適応が、古くジュラ紀のゴニオフォリス類まで遡れることを世界で初めて示しました。ワニ類にはワニ固有の「舌基弁」という舌の付け根に位置し、持ち上がることで喉に水が浸入することを防ぐ機構があります（図3）。ところが、化石に残らない組織であるため、その起源はまったく分かっていませんでした。そこで、本研究では、世界でも最上級に優れた保存状態のアンフィコティルス・マイルシの「舌骨」と「内鼻孔」に注目し、その起源を世界で初めて提唱しました。

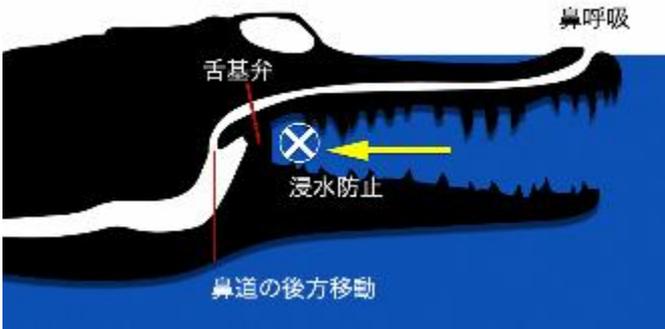


図3. ワニ固有の浸水防止機構「舌基弁」。ワニ舌の付け根に位置し、持ち上がることで喉に水が入ることを防ぐ。舌基弁を閉じて、喉付近までのびた鼻道によって鼻と喉はつながったままなので、鼻を水上に出せば水を誤飲することなく呼吸ができる。

・舌骨と内鼻孔の研究—舌基弁機構の必要条件とその進化を解明

研究チームは、舌基弁機構が成立するには、それを動かす「舌骨」と鼻道と喉の接続部である「内鼻孔」が重要だと考えました。そして、世界中のワニ形類標本を観察し、舌骨のひとつである「角鰓骨」の形態計測をおこなった結果、現生ワニ類やゴニオフォリス類などを含む、新鰐類の角鰓骨は頭部に対して相対的に小さく、湾曲していたことを明らかにしました（図4）。同時に、研究チームは、ワニ形類の鼻道の後方化を知るため、鼻道後端の「内鼻孔」の位置を計測し、定量化しました。その結果、新鰐類では、内鼻孔の位置が後方へ延びていることも定量的に示しました。つまり、「角鰓骨の縮小化」と「内鼻孔の後方移動」がみられる新鰐類は、すでにワニ固有の「舌基弁」機構の必要条件を揃えていたことが明らかになりました（図3）。

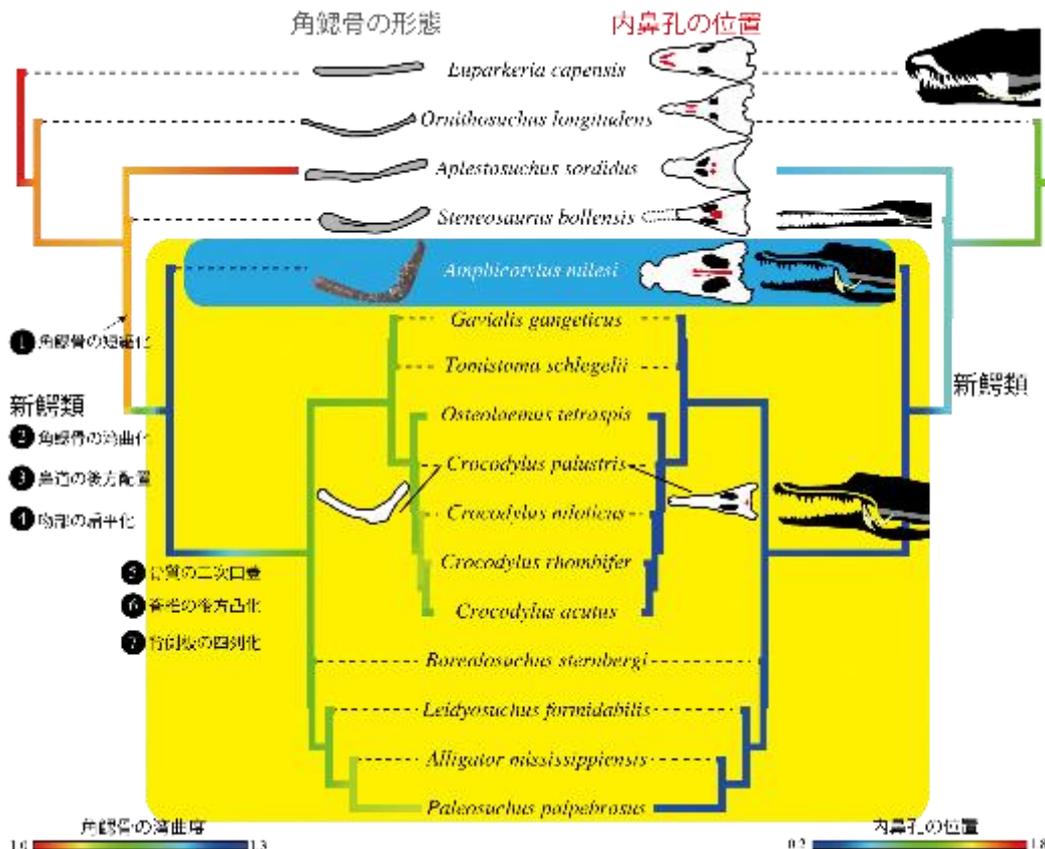


図4. ワニ形類の進化的特徴。新鰐類の進化で、角鰓骨の湾曲化と鼻道の後方配置、それらが同時に起きていることが本研究で明らかになった。したがって、新鰐類で既に舌基弁が獲得されていることを示唆した。

・絶滅種の舌基弁機構を復元

さらに、新鰐類の「角鰓骨の湾曲化」の機能を解明するため、研究チームは現生2種(シャムワニ、ヨウスコウワニ)の解剖をおこないました。その結果、鰓舌骨筋が角鰓骨の後方と基舌骨(もうひとつの舌骨)の前方の間に腱を伴って付着し、舌基弁を持ち上げる機能があることが、新たに判明しました(図5)。そして、角鰓骨の湾曲により同筋のモーメントアームは増大することから、同じように湾曲した角鰓骨をもつ後期ジュラ紀のゴニオフォリス類アンフィコティルス・マイルシも、現生ワニ類と同様に鰓舌骨筋を使って舌基弁を持ち上げていたと考えられます。

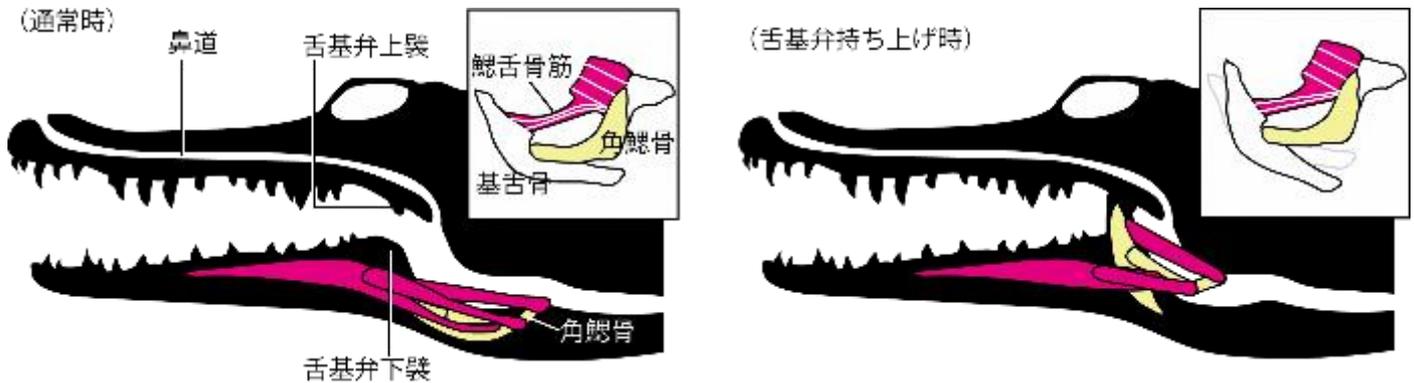


図5. 舌基弁の構造と持ち上がる仕組み。本研究で、研究チームは現生ワニを解剖し、その解剖学的結果から、舌基弁の持ち上がる仕組みを初めて明らかにした。

・本研究によって解明された「ワニの水生適応への進化のはじまり」

これらの結果から、現生ワニ類固有の「舌基弁」という水生適応のための呼吸システムは、(1)ゴニオフォリス類を含む祖先的新鰐類において、(2)後期ジュラ紀以前に、既に可能であったことが初めて明らかになりました。また(3)生理学的適応(舌基弁)が、現生ワニ類にみられる運動的水生適応(背側皮骨の多列化や脊椎の後凸化)に先行して、獲得されたことが判明しました。本研究によって、新たな化石種と新たなアプローチから、ワニの水生適応への進化のはじまりが明らかになりました。

【今後への期待】

本研究はワニ類の進理解における重要な成果ですが、いまだ謎は多く残されています。そして、本研究では北米の化石が中心となりましたが、ワニ形類の進化に関する研究において、アジアの化石はまだ多くありません。しかし、ワニ形類や他の脊椎動物の化石は、福島県、群馬県、北海道でもジュラ紀～白亜紀の地層からも発見されており、今後これらの地域からも、ワニ形類の進化に関する研究が大きく進展することが期待できます。将来、日本やアジアでの調査研究が、未解決の問題を解く鍵になりえます。

また、発見されてから博物館に永く眠っていた標本ですが、研究の進展によって学術上の真価が発揮されたといえます。今後も、(1)博物館における継続的な標本収集・保存・調査研究事業と(2)国内外の複数の機関による連携が重要であることを強調しています。

実物化石は所蔵先である、群馬県立自然史博物館(群馬県富岡市上黒岩1674-1)にて展示予定(頭骨のみ12月8日(水)から、全身骨格は令和4年1月22日(土)から)です。来年度以降、福島県立博物館でも福島県産化石とともに展示できるよう検討中です。

論文情報

論文名 A new goniopholidid from the Upper Jurassic Morrison Formation , USA: novel insight into aquatic adaptation toward modern crocodylians (上部ジュラ系モリソン層 (アメリカ合衆国) から産出した新たなゴニオフォルリス類: 現生ワニ類へつながる水生適応に関する新知見)

著者名 吉田純輝^{1,2}, 堀睦⁵, 小林快次¹, マイケル・ライアン³, 高桑祐司⁴, 長谷川善和⁴ (¹北海道大学総合博物館, ²福島県立博物館, ³カールトン大学 (カナダ), ⁴群馬県立自然史博物館, ⁵北海道大学大学院理学院)

雑誌名 Royal Society Open Science (英国王立協会の学術誌)

DOI 10.1098/rsos.210320

公表日 2021年12月8日 (水曜) (オンライン公開)

配信元

福島県立博物館 副館長 川延安直 (〒965-0807 福島県会津若松市城東町 1-25)

T E L 0242-28-6000 F A X 0242-28-5986

メール general-museum@fcs.ed.jp

北海道大学総務企画部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092

群馬県立自然史博物館 教育普及係

T E L 0274-60-1200 F A X 0274-60-1250 (〒370-2345 群馬県富岡市上黒岩 1674-1)



アンフィコティルス・マイルシ復元画 ©服部雅人



福島県立博物館プレスリリース (2021/12/8)