

Misadventures in the Burgess Shale

バージェス頁岩発見の歴史

Nature Vol. 460(952-953)/20 August 2009

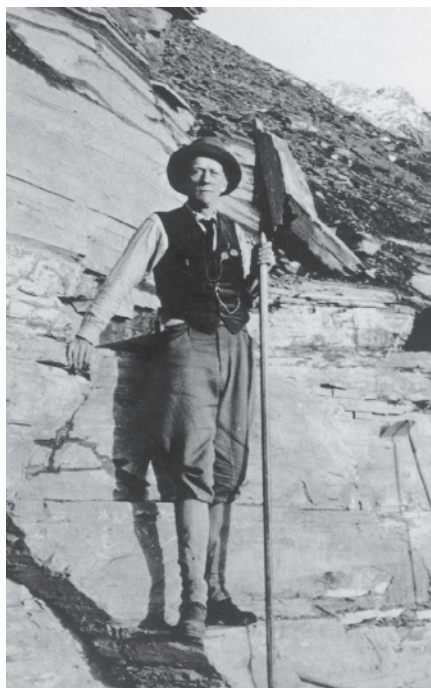
Charles Doolittle Walcott がカナダ・ブリティッシュコロンビア州のロッキー山脈で大量のカンブリア化石を発見してから、今年で 100 年。その化石が分類されるまでの多難な道のりを、Desmond Collins が振り返る。

今年 8 月、Charles Doolittle Walcott によるバージェス頁岩^{けつがん}の発見からちょうど 100 年の節目を迎えた。バージェス頁岩はカナディアンロッキーの化石層だ。これによって人類は、5 億 500 万年前のカンブリア紀の海に生息していたさまざまな動物を、初めて目にしたのだ。この化石層自体、非常に有名なものであり、「バージェス頁岩の生命」は数十年にわたって「カンブリア紀の生命」と同義だった。しかしながら、1909 年の Walcott の発見に至るまでの詳しい話はあまり知られていない。

1880 年代、カナダ太平洋鉄道がステューブン山とフィールド山の間にキッキングホースバレー経由で敷設された。これにより、必然的に、ヨーホー国立公園（カナダ・ブリティッシュコロンビア州）でバージェス頁岩化石は発見された。最初の化石を発見したのは、鉄道ホテルの建設に携わっていた大工だった。ステューブン山で発見されたその化石は、カナダ地質調査所（GSC）の Richard McConnell の目にとまった。これがきっかけとなり、McConnell は 1886 年 9 月、Walcott による有名な発見よりも 23 年早く、ステューブン山の三葉虫層を探り当てた。こうしてステューブン山は、最初のバージェス頁岩化石の発掘現場となった。

McConnell はそこで、無数の三葉虫を採集した。三葉虫は既に絶滅した海生節足動物で、カンブリア紀の代表的な生物である。また、奇妙な標本も 2 点発見した。GSC の主任古生物学者だった Joseph

Whiteaves は 1892 年、それをエビの仲間の頭がない体と表現し、体節があるのに付属肢がないことに注目して、「節足動物でない」節足動物の 1 種とした。そして、その異様さにちなんで、「奇妙なエビ」—アノマロカリス (*Anomalocaris*) と名付けた。しかし Whiteaves は、バージェス頁岩化石の研究の中で、図らずもこの標本に関する認識と分類を大きく誤った。その化石の正体は、その後 90 年間も明らかにならなかった。

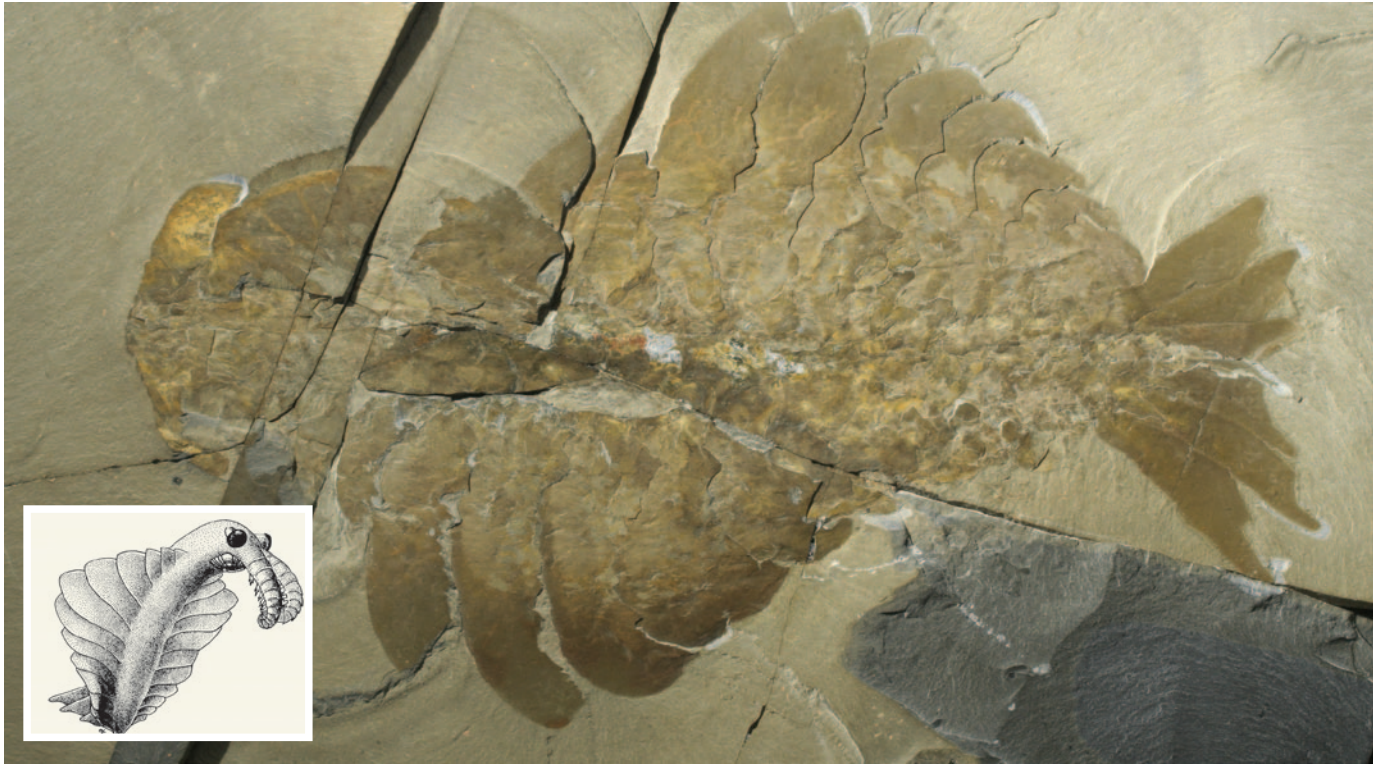


Charles Doolittle Walcott は、最初の化石発見者ではなかったが、最も重要なバージェス頁岩の化石層を発見した。

ダーウィンの導き

Walcott は、スミソニアン協会（米国ワシントン DC）の事務局長に任命された 1907 年、初めてステューブン山を訪れ、現地のカンブリア層序を調べた。そして 2 年後のダーウィンの生誕 100 周年は、Walcott に思いもよらない刺激を与え、バージェス頁岩の発見につながったようだ。1909 年を祝賀する一環として、Walcott は 6 月、ケンブリッジ大学（英国）で名誉博士号を授けられた。その後、ロンドンの大英博物館（自然史）を訪れ、学芸員（地質学）だった Henry Woodward と会っている。Woodward は、フィールド山がステューブン山と同じ山塊に属していて「同じカンブリア紀の化石が出るに違いない」という 1902 年の論文に注目していた。おそらく、彼は Walcott の訪問中、繰り返しこのことに触れたのだろう。というのも、9 週間後、ロッキーに戻るやいなや Walcott は、フィールド山に直行しているからだ。

Walcott の日記によれば、1909 年 8 月 28 日土曜日、フィールド山の隣のバージェス峠を登って写真を撮り、「ステューブン累層の三葉虫層を発見」している。8 月 30 日には、Walcott の家族が現地で合流した。よく語られているのは、重要な「発見の岩」を夫人の馬が見つけたという話だ。しかし本当は、道に滑り落ちてきていた岩を先頭の荷馬が越えたときに、夫人の馬がつかずかかないかと心配した Walcott がその岩をどけたということのようだ。あくる日、この忌まわしい岩を Walcott 夫



かつて「エビ」に分類されたアノマロカリスは、1991年に Desmond Collins が発見したバージェス頁岩化石（写真）により、その本当の正体は「恐ろしいカニ」（挿入画）だということが明らかにされた。

妻が割ると、「葉脚類に属する甲殻類動物の鮮やかな群れ」が現れた。Walcott はそのうちの 3 点を日記にスケッチした。

Walcott は、自分の発見の重大さがすぐにはわからなかった。そのとき現地で採集に費やしたのは、たった 5 日間だった。しかし、1910 年に再びその場所を訪れ、「発見の岩」の出所を探し当てた。そして、おもとの岩の層を発掘して大量の化石を採集した。

1911 年、Walcott は発見した化石に関する論文を書き始めた。それはかつてない困難な作業だった。比較対象が知られていない化石動物をどうやって分類するのか。しかし、そのことで Walcott が頭を悩ませることはなかったようだ。長年にわたって三葉虫を取り扱ってきた Walcott は、まず節足動物から着手した。そのうちの 1 つは、最初の標本を発見した息子、Sidney の名を借りて、シドネイア (*Sidneyia*

inexpectans) と名付けた。Walcott は、1911 年の *National Geographic* にその論文を発表し、さらにそばで発見された大きな爪も一緒に紹介した。そのキャプションは「カンブリア紀の世界の王者」だった。ただ Walcott は、そのような爪がシドネイアに付いた状態のものは見つけれなかった。明らかに節足動物のものであるその大きな爪を、単に最大の現生節足動物に結びつけて考えたようだ。こうして、Whiteaves と同じく、Walcott も正解にたどりつけなかった。

暗闇を突く

Walcott が続いて執筆した 2 本の論文は、同じく 1911 年に発表された。それは、4 体のナマコ、1 体のクラゲ、そして数体の環形動物（ミミズの仲間）に関するものだった。その描写は、バージェス頁岩化石の保存状態のよさを表している。描か

れたのはすべて軟体動物であり、体に硬い部分がない。こうした生物が化石として保存されることは極めて珍しく、カンブリア紀に関しては発見例のないことだった。

しかしながら、Walcott の同定は間違っていた。ナマコとされたものの中で今もナマコと考えられているのは 1 点だけで、クラゲとされたものは風変わりな節足動物の一部であることがわかっている。環形動物とされた 12 点のうち、今も環形動物と認められているものは 1 点だけだ。節足動物に関する 1912 年の論文は Walcott が得意とする分野だが、その分野でも、紹介した 18 属の多くは誤って分類されていた。

最後となった 1917 年の発掘が終わるまでに、Walcott は約 6 万 5000 点の化石を採集し、「あらゆる国のあらゆる地層から発見されたカンブリア紀中期化石の中で、最も大規模で最もすばらしい化石群を産出した発掘場所は、これでほぼ掘り

つくされた」と述べている。Walcott は、明らかに、このように優れた化石群を手に入れたことを誇りに思っていたが、彼の第一の目標は、引き続きカナディアンロッキーの古生代前期の層序を研究することだった。現地での 18 シーズンのうち、Walcott は 15 シーズンをその研究に費やした一方、バージェス頁岩化石についてはわずか 3 シーズン（5 年にわたる）しか費やさなかった。

1927 年に Walcott が死去すると、バージェス頁岩化石は、スミソニアン協会の収蔵物としてお蔵入りしてしまった。Walcott の 3 番目の妻だった Mary Vaux は、第三者がバージェス頁岩化石を見ることを快く思わなかったのだ。この「断絶期間」が終わったのは 1960 年代後半である。ケンブリッジ大学の Harry Whittington らが、主に Walcott の収集化石に基づいて、バージェス頁岩の動物を再研究し始めたのだ。

前頭部にノズルをもつ 5 つ目の奇妙な動物、オパビニア (*Opabinia*) を Whittington が描き直したとき、カンブリア紀の生命に関する世界の認識は変わった。Walcott はこれを節足動物に分類していたが、Whittington は、付属肢がついているにしろいないにしろ、その生物の付属肢を見つけることができなかったのだ。これを「類縁関係不明」とした。こうして、カンブリア紀の動物が現生動物群に属するとした Walcott の盲目的仮定に対して、初めて異が唱えられた。

奇妙な生物

Whiteaves が初めて発表したアノマロカリスという「エビ」に関しては、1979 年、Whittington のもとで研究していた学生 Derek Briggs が、何らかのもっと大きな生物の付属肢とする方が自然だと考えた。それから間もなく、Whittington は、未知の生物のそうした付属肢の一部と思われる化石を、岩の中から掘り出し始めた。驚いたことに、その岩の標本から、アノマロカリス前頭部の付属肢と思われる

爪の化石が 2 点、見つかった。さらに、Walcott が 1911 年にクラゲとよんだものは、アノマロカリスの前方にある環状の口の放射状の顎であることが明らかになった。このような動物はそれまで発見されることがなく、Whiteaves は「ほかのエビと似ていない」と控えめに表現した。

Whittington の研究では、アノマロカリス、オパビニア、そしてほかの 6 種の生物が、既知の動物群に分類されないまま残された。これらの多くは、もう 1 人の学生、Simon Conway Morris によって描写された。Stephen Jay Gould は、1989 年の著書『ワンダフル・ライフ:バージェス頁岩と生物進化の物語』の中で、さらに論理を進め、仮説を提示した。未分類の「奇妙な生物」8 種を絶滅してしまった動物群のものと考えたのだ。

Gould は、バージェス頁岩の動物を既知の群に「詰め込んだ」ために真の理解に時間がかかることになったとして、Walcott を批判している。彼は、それを Walcott の保守主義と長老主義的教育によるものとした。しかし私にいわせれば、それは無意味だ。Walcott と同じ時代の人も、それどころかその後の科学者たちも、Whittington の登場までは、バージェス頁岩の動物が現生動物群に属するという Walcott の仮定に誰も異を唱えなかったのだ。確かに、Walcott の動物学的分類の多くは誤りだったが、それは別の者がそれを正そうとする試みにつながった。結果として、Walcott の誤りは後世の新発見の誘因となったのだ。

1975 年以来、18 シーズンにわたり、私は王立オンタリオ博物館の研究グループによるバージェス頁岩の実地調査と発掘を率いてきた。我々は既存の採掘場を大幅に拡張し、3 つの新たな動物相を発見・発掘した。いずれも動物種の構成が互いに異なっている。1991 年には、完全なアノマロカリスが初めて発見された。このとき初めて、我々はそれがどのような生物なのかを知ることができた。それは、長さ

1メートル、大きな爪と放射状の顎をもつ、^{ぞうもよう} 獠猛な捕食者だった。2 通りの姿が描かれ、新種の節足動物ディノカリダ —「恐ろしいカニ」— という群に分類された。恐竜は中生代の陸生動物を捕食していたが、ディノカリダ群の動物はカンブリア紀の海生動物を捕食していた。それは、カンブリア紀の生物の生き方に関する見方を劇的に変化させた。

1983 年から 2000 年にかけて行われた 12 シーズンの発掘により無数の新標本が得られ、新しい姿が描かれ、古い姿は描き直されている。今日我々は、バージェス頁岩動物を現生動物群の中に分類した Walcott の仕事にほぼ回帰しているが、動物群の中身は異なる。ディノカリダのように絶滅した種はあるが、門の絶滅は極めて少ない。Gould の奇妙な生物のうち 5 点は分類が済み、新たな門に分類されたのは 1 点だけだ。今年、Walcott の時代からの謎の 1 つが解けた。「カンブリア紀の世界の王者」の爪が、「恐ろしいカニ」、フルディアのものともわかったのだ。

現在、カンブリア紀の研究材料は、中国の澄江動物群（特に、ヒトへとつながる新しい脊索動物）、およびグリーンランドのシリウス・パセット動物群からも発掘されている。両者は、バージェス頁岩動物とともに、ほぼすべての現生動物群がカンブリア紀の海に存在していたことを示している。

Walcott の 1909 年の発見は、最初ではなかったが、最高のバージェス頁岩のありかを教えてくれた。その収集化石と著作物により Walcott は、これまでの誰よりも、我々がカンブリア紀の世界の生物を見るための障害を取り除くことに貢献した。このことだけで、Walcott は 8 月の百周年祝賀の栄誉に値するのだ。(小林盛方 訳)

Desmond Collins は、1968 年から 2004 年まで、王立オンタリオ博物館で古無脊椎動物学の学芸員および純古生物学の責任者として活動した。詳細は <http://tinyurl.com/oxgo9k>。