

北半球にいた “ペンギンもどき”

3000万年前の化石鳥の謎をさぐる

文=S・L・オルソン／長谷川善和 絵=松岡達堪 訳=中村一恵

巨大な飛べない海鳥の
骨が、北米と日本から
発見された。
その姿形と生態を
日米の古生物学者が
大胆に復原する。

現世の海鳥のほとんどは群れをつくる。プロ
トペテルム類も岩礁に群れをなしていたので
はないだろうか。復原は長谷川善和による





右=*plotopterus joachinensis*の原記載標本の模型。H. ハワード博士はこの小さな骨片だけでこの化石鳥類は新しい科、プロトプテルム科とすべきであることを正確に診断した。彼女の判断は、その後により完全な化石が日本から発見されたことによって裏づけられた

中=大きさが異なるプロトプテルム科の鳥の鳥口骨(うこうこつ)。A:大型の日本産標本、B:ワシントン州産標本、C:*plotopterus joachinensis*

左=最も大きい日本産プロトプテルム科の鳥の後肢

以上の写真はいずれもV. E. クランツ撮影。スミソニアン研究所の好意による

プロトプテルム科の発見

進化系統上、これまでまったく知られていない鳥類の新しい科を記載する機会にめぐったにあるものではない。しかし、最近、横浜国立大学の長谷川善和博士と私は、ほとんどが日本から産出した相当数の化石の発見により、正にそのような機会に遭遇したのである。それは多くの点でペンギンと同じ運動適応をもった巨大な海鳥の一群である。実際には、以下に述べるように、この科の鳥を記載したのは私たちが最初ではなかったが、幸いにもこの鳥の形態や類縁関係を詳しく突き止めることができるほど十分な量の化石を研究する最初の科学者に私たちはなったのである。プロトプテルム科と呼ばれるこれらの鳥はペンギン型の遊泳適応を示しているが、実際にはペンギンとの類縁関係はまったくなく、系統上はむしろペリカン、ウ、アメリカカヘビウ、カツオドリ、ゲンカンドリなどが含まれるペリカン目に属している。

この科の鳥の発見の歴史はH・ハワード博士によって一九六九年に発表された二ページの短い論文に始まる。ハワード博士はカリフォルニアのロスアンゼルス郡自然史博物館の館長夫人で、長年化石鳥類の研究に携わってきた人である。彼女の論文は南カリフォルニアのジョアキン渓谷における約二〇〇〇万年前の中新世初期の海成層から産出した化石鳥類の新種を記載したものであった。ハワード博士が調べた化石はわずかに鳥口骨(鳥喙骨ともいう)の上端だけである。鳥口骨は肩帯にある一对の強固な骨で、胸骨と肩甲骨との間にあてがわれたいわば筋交(すじか)に相当する。しかしこのわずかな骨片を見ただけで、彼女は、

この鳥がウやアメリカカヘビウに近縁であるが、ペンギンやウミガラスのように翼を摺足として使って泳いだであろうと推論したのである。彼女はこの鳥に「ジョアキン渓谷の泳ぐ翼」を意味するプロトプテルム・ジョアキネンシスという学名をつけ、プロトプテルム科という科を新しく設けた。

この鳥の発見の意義はこの時点では理解されなかった。少しなりとも注目した少数の人びともおそらくそのような推論を下すには、この標本があまりにも断片的すぎると考えていたのだらう。だが以下に述べるように、ハワード博士の推断は完全に実証された——たった一つの骨片から、彼女はこの化石がまったく新しい科の鳥のものであることを実に正しく診断していたのである。

私はそのとき、それがプロトプテルム科のものであるとわかっていただけではないが、この化石との最初の出会いは、長谷川博士が一九七三年にワシントンのスミソニアン研究所を訪れた時であった。彼は日本の海成層から産出した非常に大きな鳥の化石のキャストを持って来た。この化石鳥類は非常に大きなものであったので、最初ニュージールランドのモアに近いものではないかと考えられた。しかし長谷川博士と私がモアの骨格と比較してみたところ、足の構造が泳ぐ鳥のものであり、アメリカカヘビウのそれに非常に近いものであることがわかった。アメリカカヘビウはペリカンの鳥で、ずっと身体が小さく、現世のものとは完全に淡水生である。この時点で私たちは研究用に足の化石を二、三持っていたにすぎなかった。私たちはこの化石鳥類の正体を見きわめてはいなかったが、これが重大な新発見になるだろうと確信していた。

日本での化石さがし

二、三年して、長谷川博士は大型の海鳥の化石がさらに日本の数カ所の地点から発見されたことを伝えてきた。私はこれらの標本や化石が産出した地層からじかに知識を得たいと決意し、一九七六年八月、長谷川博士、国立科学博物館の森岡弘之博士と共同研究を進めるべく東京へ向かったのである。

長谷川博士と私は、奇妙な鳥の化石が産出した北九州市と山口県の何カ所かを訪ね歩くことから始めた。私たちは最初から鳥の化石を発見できるとは期待していなかったもので、この調査はまったく予備的な性格のものであった。事実、化石を発見するまでには至らなかった。化石が産出した個所のうち二つは採石場で、最初、骨は作業員により発見された。しかしその後、この採石場はいずれも閉鎖されてしまい、将来別の化石が発見される可能性は非常に少なくなってしまった。

私たちは北九州自然史博物館の太田正道博士とともに下関市の彦島を訪れた。ここは海岸に近い砂岩層の露頭から太田博士がほんのわずかな骨片を発見した所である。これらの骨の一つは、この鳥についての知識を進展させるうえで極めて重要な鍵となる鳥口骨であった。私たちはサメの歯の化石を見つけただけに終ったが、この地域に分布する地層を直接観察することができた。

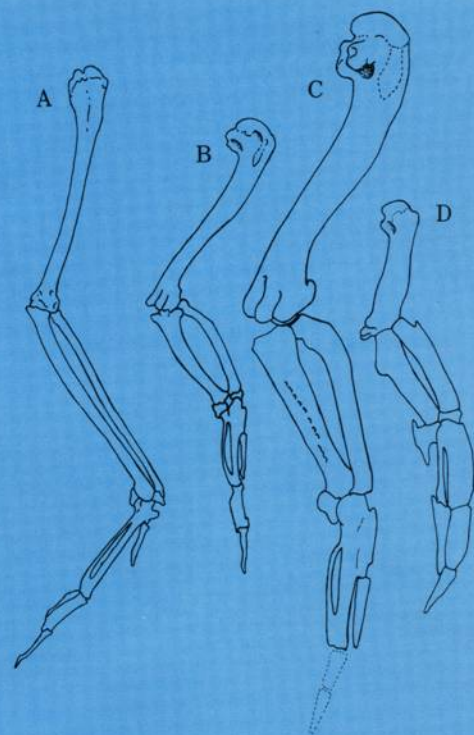
東京の国立科学博物館にもどって、長谷川博士と私はこれまでに採集された化石の標本を調べ始めた。ほとんどの化石が骨盤と後肢の骨であったが、その中には太田博士が彦島で採集した、きれいに保存された完全な鳥口骨があった。私はそれを手のひらの上で回転

させているうちに、はて、この骨に似ているがずっと小さい骨をどこかで見ているはずだ、と思い始めた。そのとき私は、ハワード博士によって記載されたプロトプテルム・ジョアキネンシスの唯一の標本を、かつてロスアンゼルスで調べたことがあったことを思い出した。これらの巨大な日本産の化石はカリフォルニアで発見された小さな骨片に基づいて記載された種類に近いのではなからうか。

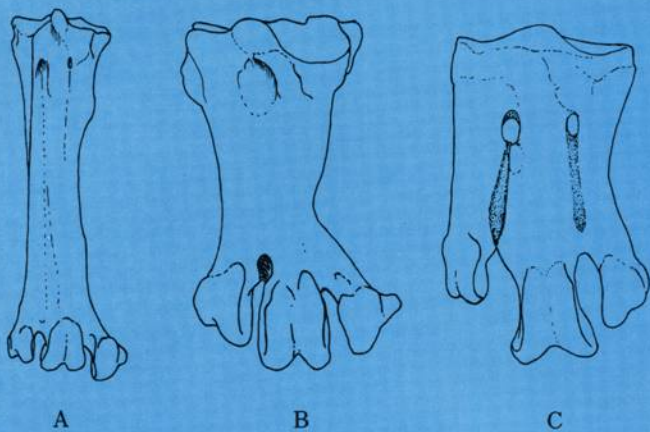
私たちはプロトプテルムを記載したハワード博士の論文を国立科学博物館でさがしたが、あいにく博物館にはなかった。そこで森岡博士と私は山階鳥類研究所へ行き、ハワード博士の論文が掲載されている雑誌をさがし出し、この雑誌を借りて博物館へもどった。そこで彦島から産出した完全な鳥口骨をプロトプテルムの鳥口骨上端の写真と比較したところ、日本産のものはずっと大きなものであったが、疑いもなくハワード博士が提唱したのと同じ科に属する鳥の化石に、私たちは触れていたことがわかったのである。こうして少なくとも私たちは共同研究を進めてきた鳥の化石の名前だけは突き止めることができた。

私たちは二、三日東京で化石の研究を続け、ペリカン目の鳥の骨格と慎重に比較してみた。日本産の化石は少なくとも大きな異なる四種に別れ、それらのすべてがプロトプテルムよりずっと大きく、現世のウと同じくらいの大さきのものであった。

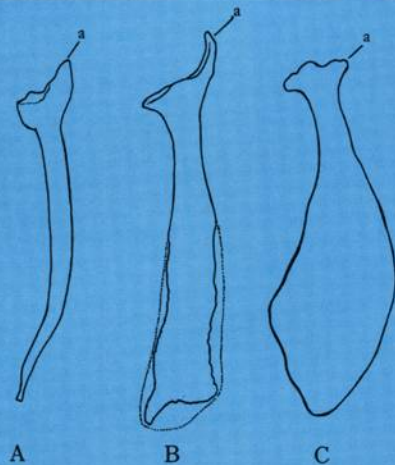
私たちはこの新しく発見された化石鳥類について多くのことを学んだが、この鳥の翼の構造がどんな鳥に類似しているのかはまだわからなかった。アビやカイツブリと違って足の構造が潜水のために特殊化していないので、ハワード博士が推断したように、翼は摺足状



右翼骨格の上面。A:アメリカヘビウ(ペリカン目)、B:オオウミガラス(チドリ目ウミスズメ科)、C:プロトプテルム類(ペリカン目、日本産の最大種) D:ペンギン(ペンギン目)。B、C、Dはそれぞれ異なる目に属するが、収斂進化を示して互によく似ている。CはAのような翼をもった祖先から進化した。縮写は同一



右附離骨の前面。A:アメリカヘビウ、B:プロトプテルム類、C:ペンギン。プロトプテルム類の骨は非常に頑丈で重いが、ペンギンには似ず、ペリカン目のアメリカヘビウのそれによく似ている。縮尺率は統一されていない



アメリカヘビウ(A)、プロトプテルム類(B)、ペンギン(C)の肩甲骨。プロトプテルム類の肩甲骨はペンギンのようにかなり広いが、ペリカン目の特徴である大きな肩甲骨突起(a)が残っている。絵は、右上上、左下の図ともB・ダルゼルが描く。右、左上はオルソン、長谷川、一九七九より、左下はオルソン、一九八〇より



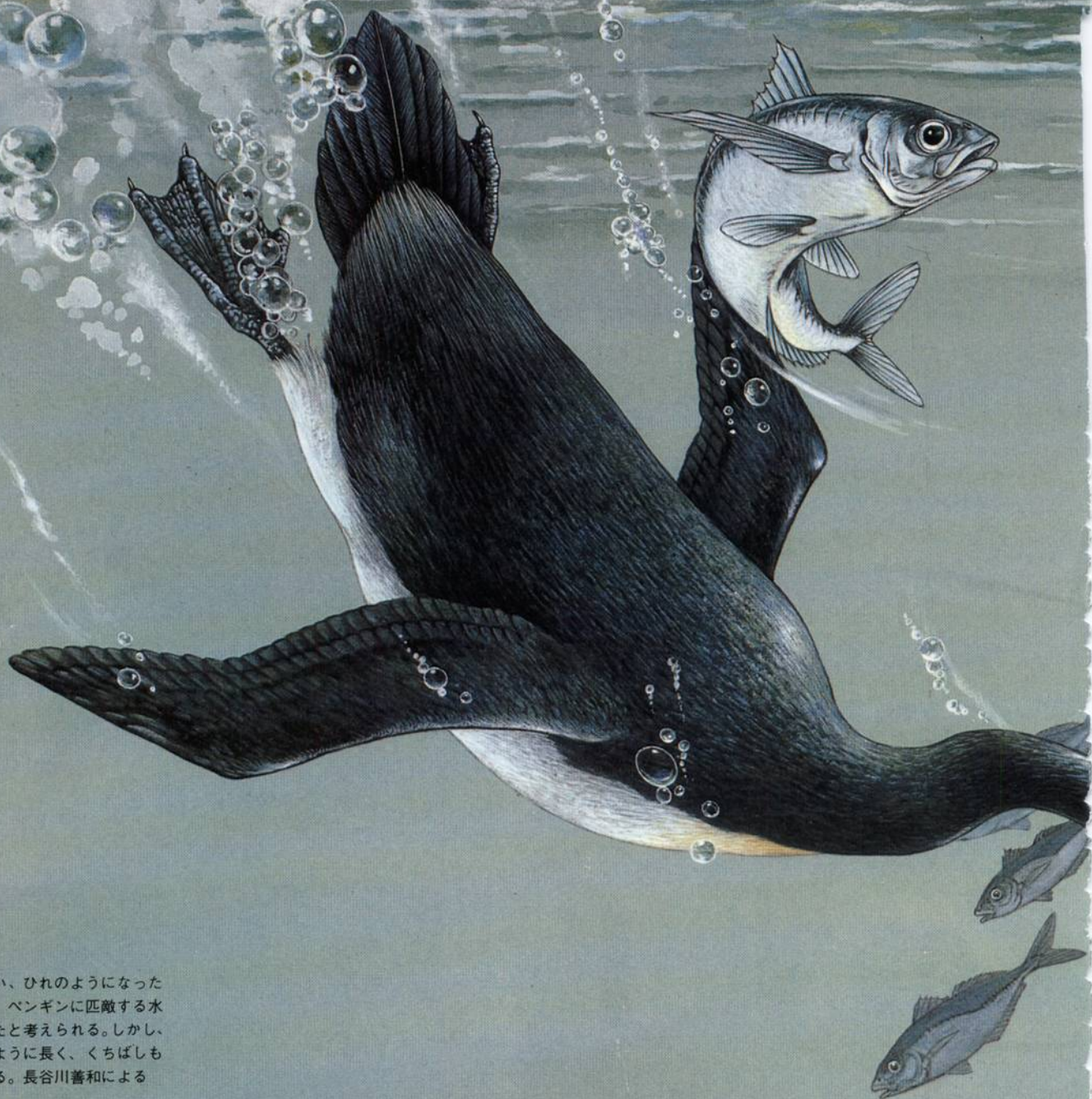
彼らは鳥に群れを なしていた

長谷川善和

この鳥に関しては、オルソン博士の興奮は未だにさめやらないが、この鳥の研究を進める上でそれなりに資料の蓄積と考察によって一つ一つ問題が解決してきたのである。折尾標本は腰から下肢にわたってそろった化石であった。藍鳥標本は翼と胸の部分の化石である。両者を結びつけるものが、彦島や長崎から得られた鳥口骨であった。一〇年間でこれほど能率的に標本が集まり、必要な部分があるって古生物の実態が解決されるような例は少ないと思う。運がよかったと思えてならない。とくに藍鳥標本は、あそこからは出ませんといわれていた場所である。念のために調べようと言った出かけた。この時先行して歩いていた一人がやっぱりありませんねといっておこうと思っただけで、少しのことだから見て元の水溜りの中に赤茶けた胸骨の一部が露出していたのである。

しかも欲しくて欲しくて仕方のなかった翼の部分が出てきたのである。中でも際立って特長的なのは上腕骨である。これなくして、この鳥類の系統、あるいは適応化がどこまで進んでいるかを推測するにはきわめて大胆な仮説が必要であつただろう。おそらく結果的には適切な結論を出せたと思うが、しかし、事実は強いし、確信をもたらす。

このペンギンもどきプロトプレムは何種類に分けられるかわからないが、今のところ数種類あると考えている。彼らがそれぞれどのようなコロニーを作っていたか明らかではないがかなりの群れをなしていたと思われる。それは同じ地層からたくさんの骨の断片がみつかったことにもよるが、そうし



翼が飛行の機能を失い、ひれのようになった
プロトプテルム類は、ペンギンに匹敵する水
中生活の適応者だったと考えられる。しかし、
首はウヤベリカンのように長く、くちばしも
長かったと考えられる。長谷川善和による

1980
S. Matsushita

泳ぎを裏づけているといえる。

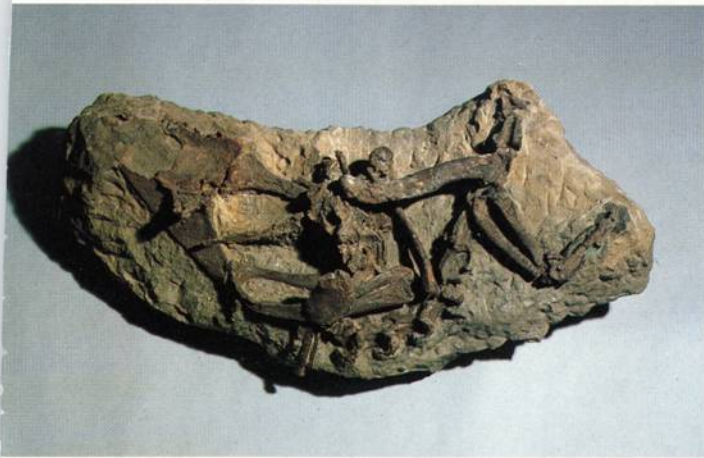
この鳥を専心研究したらいずれ一人の学者
が誕生したかもしれない。しかし、第三紀の
飛べない鳥などをもつばら研究対象として
いたオルソン博士と逢ったばかりにそれは夢と
なってしまった。そのかわり、この鳥の重要
性について多くの人々が早い機会に知ること
ができるようになったわけである。(はせがわ
よしかず・横浜国立大学教授・古生物学)

た層がけっして一枚だけでないことから推
定される。また、同じ地層からは貝類や鯨な
ど海の動物以外、陸上の動物化石がでていな
い。このことからして、彼らの住みかは島で
あったと思われる。日本列島の発達史をみる
とき、もっとも多島化した時期のもので、こ
の鳥類の出現と密接な関係があるものと考え
られる。

プロトプテルムの仲間の日本における分布
は長崎県から福島県におよぶ。七、八年前に
モスクワのドウプロボ博士から樺太のものだ
がといって見せられた一本の脛腓骨の断片が
この仲間ではないかと思われる。記憶が定か
ではないが、もしそうだとすれば樺太まで範
囲を拡大してさしつかえない。もっとも、す
でに北米にも分布しているわけで、日本と北
米を結ぶ範囲を考えれば北海道、樺太、千島
列島など当然、この範囲に入ってくる。

プロトプテルム類の生態がペンギンに似て
いると考えられるのは、すべて各部分骨の形
態によるわけであるが、まず、獣類以上に緻
密質の発達した骨の内部構造からすると、絶
対に飛翔することはできなかった。太く短い
中足骨は歩く鳥であることを示している。上
腕骨は他の鳥類と比較するともっともペンギ
ンに近い。その上、上腕骨と摸尺骨の関節は
全く一定方向だけにしか動かないように深い
溝で連なっている。このことは水中での強い
泳ぎを裏づけているといえる。

63



右=折尾第1標本の骨盤。完全なものだったと思われるが、採集のときに破損して一部欠けている。しかし、離型の部分が残っていたため、およその形を復原することが可能であった

中上=右をもとに復原した骨盤。白い部分は離型として母岩に残されていた印象から作られた。実際はもう少し長いと思われるが明らかでない。扁平な骨盤で横に広いのが特長である

中下=中上の標本に関節する大腿骨、脛腓骨、中足骨。とりわけ中足骨は短く扁平で、指関節はそれぞれよく発達している。この骨が長い間、研究者を悩ませ、研究の糸口となったものである

左=藍島標本とよんでいる化石。いくつかの化石を研究しているうちに授かりもののようには発見できた。翼の部分と脊椎骨、胸骨などである。この発見で、体の大きさ、泳ぎ方の問題などが想定できるようになった



非常に特殊化した翼

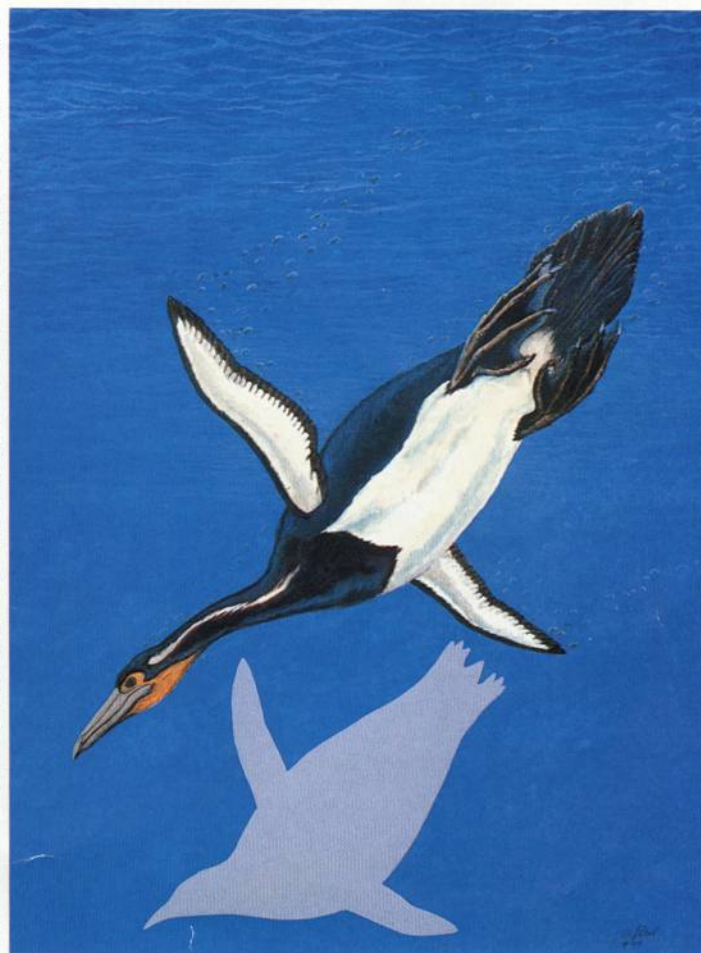
であったことは充分あり得ると思われたが確かめることはできなかった。

一九七七年の一月一日、ダグラス・エムロングが、ワシントン州の海岸沿いで、人頭大の砂岩に埋った鳥の骨格の一部を発見した。

彼はそれをスミソニアン研究所に送った。数日かけて非常に硬い母岩から骨は取り出された。骨が現われたとき、これまで欠けていたもの、すなわちプロトプテルム類のものとほぼつきりわかる、鳥口骨に関節した翼の骨を私はついに見る事ができたのである。

これらの翼の骨はまったくもって驚くべきものであった。上腕骨の一方の端は飛べな

オルソンによる最も大型の日本産プロトプテルム類の復原図。プロトプテルム類の大きさがわかるように、現世のペンギン類中最大の皇帝ペンギンの輪郭図を下に描いた。ペンギンよりも首はずっと長い。絵はB・ダルゼル



ったオオウミガラスのそれに酷似し、もう一方の端はペンギンに似ていた。オオウミガラスは北太平洋に棲んでいた、外形がペンギンに似た鳥でカモメやシギに近縁であるが、この鳥は翼を遊泳に使っていた。私たちの目の前に姿を見せたプロトプテルム類の翼も非常に特殊化したものであった。その構造は扁平で擺足状をしており、飛ぶために使われたような代物ではなかった。

その後、北九州市の藍島から新しく産出したプロトプテルム類のキャストが長谷川博士より送られてきた。この標本はこれまで産出した化石のうちで最良のもので、わずかに頭、骨盤、足が欠けているだけで、全脊柱、胸骨、肩帯、両翼がそろっており、しかも関節した

築地書館ニュース



森の蝶・ゼフィルス ●新刊

田中著者 ¥1,400

初夏の森に現われるミドリシジミ類をめぐってくりひろげられる、その生態観察の記録。

チョウの昼と夜 ●新刊

浜栄一著 ¥1,400

信州の豊かな自然の中で続けられた観察。蝶の夜の生活を知らなければ本当の生態は語れない。

●動物の文化史全3巻完結

H・デンベック著 小西正泰・渡辺清訳 各¥1,400

動物園の誕生 ●新刊

主要目次—動物園の歴史・見せもの動物園からサーカスへ・ゲートを失脚させたブードル犬・カナリアの発見・キンギョの三千年・ベルシアネコの起源。

狩りと人間 ●既刊

主要目次—はじめに狩猟ありき／イヌやウマとの同盟／狩猟動物の保護区／現代の原始的な狩人／大洋の巨獣狩り／毛皮の売り買い／復権した野生動物

家畜のきた道 ●既刊

主要目次—大地を耕すウシ／穢れないヒツジと穢れたブタ／ニワトリからデンシヨバトまで／ゾウとラクダ他

ロンドン動物園150年

G・ヴェヴァーズ著 羽田節子訳 ¥1,800

読売新聞評—本書はロンドン動物園創設のいきさつから、発展にまつわる興味ある記録を網羅したアンソロジーである。ダーウィンの手紙や珍しい動物の石版画、写真もそう入されていて面白い。

動物園の季節

中川志郎著 ¥1,200

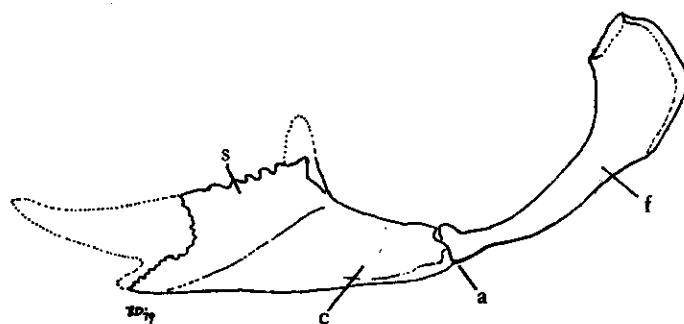
朝日新聞評—著者は上野動物園の元飼育課長。その目と心で、珍獣の生活や、老獣たちとの古い付き合い合いなどを、軽快な筆致で書いている。楽しくて心のあたまる小品集である。

琉球の自然史

木崎甲子郎(琉球大学教授)編著 ¥2,400

朝日新聞評—地元を中心とする多数の研究者が共同して全体像をまとめた本書は、類書が乏しいだけに、この地域に関心のある人には参考になるだろう。主要目次—I 海と島 II 豊かな生物—東洋のガラパゴス・昆虫・植物相の由来・ジュゴンとクジラ・熱帯ジャングルと生物群・海とサンゴ礁 III 自然と人

築地書館 〒104 東京都中央区築地2-10-12 ☎03-542-3731 編集東京1-19057



藍島産プロトプテルム類(右ページ写真参照)の胸骨(s)と鎖骨(f)。前方にのびた胸骨の竜骨突起(c)と、それが鎖骨に堅く関節している(a)のはペリカン目の特徴であり、ペンギンとは全く異なる点である。B. ダルゼル描く。オルソン、1980より

ン目の鳥のうち特にカッオドリに似ており、ペンギンのものとは似ても似つかない。

これまで発見されてきたプロトプテルム類は、ペンギンに似た翼を持つがペンギンとはまったく類縁関係のない鳥で、ペンギンとは異なるグループであるペリカン目から分化した一群である。翼がペンギンに似ているのは収斂進化によるものである。系統的には異なるグループが互いに同じような生活様式をもち、それに応じておのおのが互いによく似た形態を発達させている場合、これを収斂進化という。たとえば、イルカ、サメ、イクチオサウルス(魚竜)の三者は互いによく似た身体形態と鱗を持つているが、三者は系統的に異なる脊椎動物のクラス(綱)にそれぞれ属している。三者が表面的に互いによく似ているのは、水中生活という同じような生活様式をもつて進化してきたからであり、それぞれのグループはまったく異なる祖先に由来するものである。

多くの系統的には異なるグループの鳥が水中生活に適応してきた。これらの鳥が水中を動きまわる時には、足か翼のいずれか一方を使う。ミズナギドリのように足と翼の両方を使う鳥は少ない。アビ、カイツブリ、ウ、化石鳥類で歯のあったヘスペルオルニスなどは水中を前進する際に足だけを使う鳥である。これらの鳥は互いに系統的に異なるグループに属しているが、後肢の形態は互いによく似た収斂現象を示している。骨盤は長く狭く、大腿骨は短く頑丈である。脛骨には筋肉の付着点となる腓骨隆起と呼ばれる長い突起がある。附離骨は水中での抵抗を少なくするように扁平化している。足を使って水中に潜る南米チチカカ湖のカイツブリ、ガラパゴスコバネウ、化石鳥類のヘスペルオルニスのような鳥で飛翔力が失われている。このような場合、飛べなくなったのは翼と肩帯の退化による。なぜなら翼はもはやその鳥が生存していくうえで必要でなくなったからである。

飛べない巨大な海鳥

水中での運動に翼を使う鳥にはさまざまな適応がある。翼を使って潜水する鳥で最も特殊化したものに、ペンギン、ウミガラス、南半球産のモグリウミツバメがあり、プロトプテルム科もむろんこの中に入る。これらの鳥は文字どおり水中を飛ぶ。翼を打ちおろして

推進させる力が胸の筋肉に備わっているので、筋肉と胸骨は通常の飛翔鳥類にくらべて大きくなっている。翼はまた水をはね上げなければならぬから、ペンギンでは翼を打ちおろす力ばかりでなくはね上げる力も備えた作りになっている。したがって翼を持ち上げる筋肉は大きくなっていて、肩甲骨—この部分でより強い筋力が生ずる—も非常に幅広く、薄く扁平化して大きくなっている。プロトプテルム類の肩甲骨も同様に非常に幅広く、薄く扁平化して大きくなっている。プロトプテルム類の肩甲骨のいずれの鳥とも異なっており、ペリカン目の鳥にあるような前方に突出した大きな肩甲骨突起を保持している。しかしペンギンの肩甲骨ではこの突起は非常に小さくなっている。

翼を使って潜水する鳥では、翼は短く扁平化し、より特殊化した種類では翼の骨がもはや飛翔のために機能しない、一本の固定された擺足状のものとなっている。ペンギン、プロトプテルム類、オオウミガラスの類などに見られる無飛力化は他の飛べない鳥とはまったく異なる道筋をたどって発展させたものである。胸の筋肉は飛翔鳥類より発達して

いて、翼も退化ではなく非常に特殊化されているために、これらの鳥の形態はひどく変っている。

プロトプテルム類はほとんどが足を使ってもぐるグループから分化した鳥であるから特に不思議に思えるのである。たとえばアメリカヘビウやウは水中の運動に足だけを使用する。カツオドリ類も水中では主に足しか使わないと考えられてきた。だが最近水中で撮影されたフィルムを見ると、水中に突入したあと、カツオドリは餌を追いかける際に足ばかりでなく翼も使うようである。プロトプテルム類の祖先もおそらく最初はカツオドリと同じような方法から出発したであろう。そして次第に水中で翼に依存するようになり、ついには他のペリカン目の鳥よりは、外形上よりペンギンに似たプロトプテルム類へと発展していったのであろう。

ペンギン類の分布は現在も過去にも南半球に限られている。きわめて多数のペンギンの化石が発見されているが、あるものはとても大きく、おそらく最大体高一・五メートル以上、体重約一三五キロもあった。ある面でウミガラス類は北半球においてペンギンに似たニッチェ（生態的地位）を占めていると考えられるけれども、ほとんどのウミガラス類はペンギン類よりもずっと小さく、巨大な化石ペンギンに匹敵するものは一つもない。ペンギン様鳥類あるいはジャイアントペンギンが北半球にいないのは不思議なことと考えられてきたが、プロトプテルム類の発見によって、これらの鳥がかつてペンギン類に相当するニッチェを北半球において占めていたことがわかったのである。最も大きなプロトプテルム類は嘴の先端から尾羽の先端まで含め

ておそらく二メートルほどの大きさがあり、ジャイアントペンギンが南半球で占めていたと同じニッチェを占め得ることができていたであろうと私は考えている。

絶滅の種

ではなぜジャイアントペンギンもプロトプテルム類も共に滅びてしまったのだろうか。

これまで発見されたプロトプテルム類の化石は漸新世後期から中新世初期（三〇〇万年～二〇〇万年前）のものである。太平洋周辺のこれより新しい地層は古生物学者により広範囲にわたって調査されているが、中新世初期以降の地層からプロトプテルム類はまだ発見されていない。このことはこの科の鳥が中新世中期以前に絶びてしまったことを示唆している。それはジャイアントペンギンが滅びたのとはほぼ同じ時期に当たる。

まったく系統的に異なる二つのグループの鳥がそれぞれの半球で同じところに滅びてしまったのは偶然の一致にすぎないのだろうか。

おそらくそうではないだろう。これらの潜水海鳥が滅びた時期はイルカやアザラシが最も集中して適応放散をとげつつあった時期でもあった。海産哺乳類の台頭がプロトプテルム類やジャイアントペンギンの絶滅の原因になったと決めることはできないが、温血で中位の大きさの海洋性捕食動物のためのニッチェは中新世初期までは鳥類によって占められ、中新世中期以降は哺乳類に置きかえられたことは事実である。

このことは海の哺乳類がごとく鳥類を捕食してしまったという意味ではない。疑いもなくもっと微妙な要素が含まれている。たとえばイルカは子どもを産み、育てるために

陸へもどるようなことはない。それだからこそ海洋に広く分布することができたのだろうし、食物の極端な変動のような局地的な環境条件にも影響されるようなことはなかったであろう。一方、鳥類は営巣場所の選択で制限され、繁殖のために陸にもどらねばならず、したがって、子どもを育てる際に餌さがしのために遠出するわけにはいかない。このことは特にある種の飛べない海鳥について言えるだろう。

プロトプテルム科の鳥の行動と生活史について述べることは余りない。多くの海鳥と同じように、彼らはおそらく島嶼に大きなコロニーを作って繁殖したであろう。そういった孤島が陸上の捕食動物からこの鳥を守ったであろう。彼らのコートシップや果作りの行動が他のペリカン目とは異なる、そのユニークな形態によっていかに変えられたかは推測するしかない。

プロトプテルム類は太平洋の東側ではわずか二例しかないと考えると、日本で発見されたプロトプテルム科の数と変異の多いことは驚嘆に値する。この鳥はかつては太平洋の各地域に広く生息していたにちがいないが、プロトプテルム科の発祥の地はさしあたり日本といったところであろう。

仮に日本に興味ある化石の発見が多数あるとしても、私の偏見にとらわれた観点から言えば、プロトプテルム科の鳥の発見に比較し得る意義と重要性をもつものは他にないと思う。

古生物学の知識が私たちにもたらず洞察力でもって、私たちは今、鳥々の散在する絵のように美しい日本の海岸線を見渡すことができる。そして今から三〇〇万年前、これら

の鳥々が、岩をよじ登り、伴侶を求めたり、狭い所で果を営むに適した場所を張り合う、巨大な飛べない海鳥で満ちあふれていた時の光景を想像する。プロトプテルム類は永久に姿を消してしまっただけでも、私たちはこのようなすばらしい海鳥がかつて生存していたことを知り得ただけでも心豊かになるであろう。

(Storr L. Olson スミソニアン自然史博物館／なかむら かずえ・神奈川県立博物館主任学芸員)

参考文献

(1)長谷川善和 一九七八 日本にもペンギンがいた！ 科学朝日 三月号、七一―七五

(2)長谷川善和、磯谷誠一、長井孝一、関根一、鈴木直、大塚裕之、太田正道、小野慶一、一九七九 漸新―中新世のペンギン様鳥類化石 (Part I-VII) 北九州市自然史博物館研究報告。一：四一―六〇

(3)Howard H. 1969. A new avian fossil from Kern County, California. Condor, 71: 68-69, 1 figure.

(4)Olson, S. L. 1980. A new genus of penguin-like peleciform bird from the Oligocene of Washington (Pelecaniformes: Pteroclididae). Contribution in Science Natural History Museum of Los Angeles County.

(5)Olson, S. L. and Y. Hasegawa. 1979. Fossil counterparts of giant penguins from the North Pacific. Science, 206: 688-689, 2 figures, color cover.

1

{Publication by Storrs L. Olson and Yoshikazu Hasegawa in the Japanese Magazine Anima, volume 92, pages 59-66 ("November" = October 1980). An approximate translation of the title as it appeared is "Fairytale-like Penguins That Lived in the Northern Hemisphere: Search for the Mystery of Fossil Birds of 30,000,000 Years Ago". The portion of the manuscript by Olson appears as submitted below. Presumably most or all of the information contained therein is in the published version in some form. However, although the information below may be freely cited, this should not be in the form of a direct quotation. S. Olson.}

THE DISCOVERY OF THE PLOTOPTERIDAE:
GIANT FOSSIL COUNTERPARTS OF PENGUINS FROM THE NORTH PACIFIC

By Storrs L. Olson

National Museum of Natural History, Smithsonian Institution,
Washington, D.C. 20560 USA

It is very seldom that the opportunity arises to describe an entirely new family of birds representing an altogether unknown lineage. Yet recently for my colleague, Yoshikazu Hasegawa of Yokohama University, and me, just such an opportunity arose through the discovery of fairly numerous fossils, mostly from Japan, of a group of giant seabirds with many of the same locomotory adaptations as penguins. Actually, as I shall relate below, we were not the first to describe this family, but we did have the privilege of being the first scientists to study sufficient numbers of fossils of these birds to be able to ascertain the details of their structure and relationships. The plotopterids, as they are now known, while having the swimming adaptations of penguins, are actually quite unrelated to them and instead belong to the order of birds that includes pelicans, cormorants, anhingas, gannets, and frigatebirds (Pelecaniformes).

The history of this family of birds began with a short two-page scientific note published by Dr. Hildegard Howard in 1969. Dr. Howard is Director Emerita of the Natural History Museum of Los Angeles County in California, where she has spent many years describing fossil birds. Her short note contained the description of a new species of fossil bird from the San Joaquin Valley of southern California that came from a marine deposit of early Miocene age, about 20 million years old. Dr. Howard had only one end of a coracoid of this bird, the coracoid being a strong bone in the shoulder girdle of birds that provides a brace between the breastbone and the wing. Yet from this single fragment she deduced that the new bird was related to cormorants and anhingas but had wings used as paddles for swimming, like penguins and auks (Alcidae). She named this bird Plotopterum joaquinensis, meaning "swimming-winged bird of the Joaquin Valley", and she created for it a new family, the Plotopteridae.

The significance of this discovery was not understood at the time, and the few people who took any note of it at all probably considered that the specimen was too fragmentary to allow such deductions. As we shall see, Dr. Howard's conclusions were completely substantiated---she had indeed correctly diagnosed an entirely new family of birds from one end of a single bone.

My first acquaintance with the Plotopteridae, although I did not realize it at the time, came in 1973, when Dr. Hasegawa visited the Smithsonian Institution in Washington. He brought with him casts of some fossils of a very large bird from marine deposits in Japan. Because this bird was so large it had first been thought that it might be related to the ostrich-like moas of New Zealand, but when Dr. Hasegawa and I made comparisons with skeletons of existing birds, we found that the foot structure was that of a swimming bird and, in fact, was fairly close to that of aningas, which are members of the Pelecaniformes but are much smaller and are now entirely restricted to fresh-water. At that time we had only a few fossil leg bones for study, and although we were uncertain of their exact identity, we were sure that they represented a significant new discovery.

Over the next few years, Dr. Hasegawa informed me that additional fossils of large marine birds had been found in several localities in Japan. I decided that I should have some first-hand knowledge of these specimens and the deposits from which they came, so in August 1976 I went to Tokyo to work with my colleagues Dr. Hasegawa and Dr. Hiroyuki Morioka in the National Science Museum.

Dr. Hasegawa and I began by visiting some of the localities in Kyushu and southern Honshu where the strange fossil birds had been obtained. This expedition was purely informative in nature, as we had no expectation of finding any additional bird fossils, and indeed we did not. Two of the fossil sites were in stone quarries, the bones having originally been found by workmen. Both of these quarries had subsequently been abandoned, however, thus greatly reducing the possibility of finding any additional fossils in the future. Another site, which we visited with Dr. Masamichi Ota, now of the Kitakyushu Museum of Natural History, was on Hikoshima Island at Shimonoseki, where Dr. Ota had found a very few bird bones in the sandstone cliffs near the waterline. One of these was a coracoid that provided a crucial link in the development of our knowledge of these birds. On our visit we found only a fossil shark's tooth, but we did get to see the nature of the geological formations in the area.

When we returned to the museum in Tokyo, Dr. Hasegawa and I began examining each of the then known fossil specimens, most of which were bones of the pelvis and hindlimb. But among them was the beautifully preserved complete coracoid that Dr. Ota had collected at Shimonoseki. As I turned it over in my hand, I began to have a feeling of deja vu. Somewhere I had seen a bone similar to this but much smaller.

Then it occurred to me that in 1974 I had been in Los Angeles and had examined the single specimen of Plotopterum joaquinensis described by Dr. Howard. Could it be that these gigantic Japanese fossils were related to the species represented by the little fragment found in California years before? We looked through the National Science Museum for a copy of Dr. Howard's note describing Plotopterum, but could not find one, so later Dr. Morioka and I drove to the Yamashina Institute of Ornithology and spent a while searching through unbound journals until we came across the issue in which Dr. Howard's paper had appeared. We were kindly permitted to borrow the journal and returned with it to the National Science Museum. There I compared the photograph of the fragmentary coracoid of Plotopterum with the complete coracoid from Shimonoseki. There could be no doubt that we were dealing with the same family of birds, even though the Japanese specimen was much larger. At least now we had a name for the group we were working with.

We continued to study the fossils in Tokyo for a few days and made careful comparisons of them with skeletons of other groups of Pelecaniformes. It was possible to determine that there were at least four different species included among the Japanese material, all of which differed in size and all of which were much larger than Plotopterum, which was about the size of modern cormorants. Some of these species were represented by only a few fragments, however.

Although we had learned a great deal about these new birds, when I left Tokyo to return to the United States, we still did not know what the structure of their wings was like. Because the foot structure was not specialized for diving as in loons and grebes, it seemed quite possible that the wings might have been paddle-like, as Dr. Howard had predicted, but we could not be certain.

Then, on New Years Day 1977, Douglas Emlong found a partial skeleton of a bird embedded in a boulder of sandstone along the coast of the State of Washington in the northwestern United States. He sent this to the Smithsonian Institution, where it took several weeks to remove the bones from the very hard rock. But as they emerged, I could see that we at last had what we lacked before---wing bones associated with coracoids that definitely belonged to a plotopterid.

These wing bones were quite remarkable. One end of the humerus (the upper arm bone) looked almost exactly like that of flightless auks, whereas the other end looked like that of a penguin. The auks are superficially penguin-like birds of northern seas that are related to gulls and sandpipers but which use their wings for swimming. The newly revealed plotopterid wing was thus seen to be a highly specialized, flattened, paddle-like structure that could not have been used for flying.

Later, Dr. Hasegawa sent me casts of a new specimen of plotopterid from on Ainosima Island. This is the best specimen yet found and lacks only the head, pelvis, and legs, as the entire vertebral column [actually vertebrae 4 through

19, as it later proved], sternum, shoulder girdle, and both wings were present and articulated. From this, the penguin-like structure of the wings was particularly evident, yet the breastbone (sternum) was very different and closely resembled that of Pelecaniformes. Only one skull of a pterosaur has been found so far, and this lacks the end of the bill. It too is similar to Pelecaniformes, particularly the gannets (Sulidae), and is not at all like the skull in penguins.

What has been discovered then, is a group of birds with wings like penguins but which are totally unrelated to penguins, having evolved from a different group, the Pelecaniformes. The similarity to penguins in their wings is due to what is called convergent evolution. When unrelated organisms independently evolve similar structures to perform similar functions, this is said to be convergence. For example, porpoises, sharks, and the extinct reptiles called ichthyosaurs, have very similar body shapes and fins, yet they belong to three different classes of vertebrates. Their similarities evolved independently to facilitate passage through water and each group evolved from a very different-looking ancestor. A number of different groups of birds have become adapted for life in water. When a bird moves through the water, it may use either its feet or its wings for propulsion. A few birds, such as shearwaters, use both the wings and the feet. Loons, grebes, cormorants, and the ancient toothed bird Hesperornis are examples of birds that use only their feet for underwater propulsion. Although they are unrelated, each of these groups of birds has striking convergent similarities in the structure of the hindlimb. The pelvis is long and narrow, the femur is short and stout, the tibiotarsus has a long process called the cnemial crest for the attachment of muscles, and the tarsus is flattened so as to offer less resistance in the water. Some foot-propelled diving birds such as the grebe of Lake Titicaca in South America, the Galapagos cormorant, and the fossil bird Hesperornis, have become flightless. In these cases, their flightlessness is due to degeneration of the wings and shoulder girdle, since the wings are no longer necessary for the bird's existence.

Birds that use their wings for underwater locomotion have very different adaptations. The most specialized wing-propelled divers are the penguins, the auks, the diving-petrels of the Southern Hemisphere, and, of course, the Pterodactylidae. These birds literally fly through the water. Because the breast muscles provide the propulsive downstroke of the wing, these muscles and the sternum become enlarged relative to those of normal flying birds. The wing must also be raised against water and in penguins is modified to provide propulsive force on the upstroke as well as the downstroke. Consequently the muscles that raise the wing are enlarged and the scapula, where the more powerful of these muscles arise, is enlarged into a very broad, thin blade. In pterodactyls the scapula is likewise very broad, unlike any pelecaniform bird.

Nevertheless, the scapula in plotopterids retains a large forward process, the acromion, similar to that in Pelecaniformes, but unlike penguins, in which this process is very reduced. In wing-propelled diving birds, the wing bones become shortened and flattened, and in the more specialized species the bones form a rigid paddle that can no longer function for aerial flight. The flightlessness in these birds (penguins, plotopterids, and a few of the auks) thus evolved in an entirely different manner from that of other flightless birds, and their structure is very different, since the breast muscles are better developed than in flying birds and the wings are extremely specialized, not degenerate.

The plotopterids are particularly curious since they evolved from a group whose members are mostly foot-propelled divers. Anhingas and cormorants, for example, use only the feet for locomotion under water. The gannets and boobies were thought to be mainly foot-propelled divers also. These birds feed by plunging into the water from a height. Recent underwater films show that boobies, after plunging, may use their wings as well as their feet to pursue prey. The ancestors of the Plotopteridae probably started out much the same way, later becoming increasingly dependent on the use of their wings underwater until they ultimately evolved into birds that were superficially more similar to penguins than to the other families of Pelecaniformes.

Penguins are now, and apparently always have been, restricted to the Southern Hemisphere. Numerous penguin fossils have been found, and some of these ancient penguins were gigantic, reaching a maximum standing height of perhaps more than 1.5 meters and a weight of about 135 kilograms. Although the auks can in some ways be regarded as occupying a penguin-like niche in the Northern Hemisphere, most of them are much smaller than any known penguins and none approaches the size of the giant fossil penguins. It was always considered puzzling that there are not true counterparts of penguins or giant penguins in the Northern Hemisphere, but with the new fossils we now see that the Plotopteridae once filled these niches. I have estimated that the largest known plotopterid was probably about 2 meters long from bill tip to tail tip, so that this group of birds could easily have occupied the same kind of niches in the Northern Hemisphere as the giant penguins filled in the Southern Hemisphere.

Why did both the giant penguins and the plotopterids become extinct? All the plotopterid fossils found so far are late Oligocene or early Miocene in age (20 million to 30 million years old). Although younger deposits around the Pacific have been much more extensively studied by paleontologists, no plotopterids have yet been found in any rocks later than early Miocene. This suggests that the family became extinct before the middle of the Miocene, which is about the same time that giant penguins became extinct.

Is it only coincidental that two entirely unrelated groups of birds in different hemispheres died out at the same time? Probably not. For at the same time these diving birds became

extinct, porpoises and seals were undergoing their most intensive period of radiation and diversification. Although it cannot be determined that the ascent of marine mammals was the cause of the extinction of ptopterids and giant penguins, it is a fact that niches for medium-sized, warm-blooded, pelagic predators were occupied by birds in the early Tertiary, whereas from the middle Miocene onward they were occupied by mammals.

This does not mean that the marine mammals simply ate all the birds; more subtle factors undoubtedly were involved. Porpoises, for example, do not have to return to land to bear and raise their young and hence can range farther and would not be as affected by local environmental conditions such as extreme fluctuations in abundance of prey. Birds, on the other hand, are restricted in their choice of nesting sites and must return to land to breed and thus cannot forage as far when feeding young. This would be particularly true of certain flightless seabirds.

There is relatively little that can be said about the behavior and life history of the Ptopteridae. Like most seabirds, they probably nested in large colonies on islands, where they would be protected from predation by terrestrial mammals. One could only speculate on how their courtship and nesting behavior might have been modified by their unique morphology---so different from that of other Pelecaniformes.

Considering that only two ptopterid specimens have been found on the eastern side of the Pacific, the number and diversity of ptopterids recovered in Japan is truly remarkable. Although these birds must have ranged around most of the North Pacific, for the present it is Japan that is the "home" of the Ptopteridae. Granted that there have been many interesting fossil discoveries in Japan, from my perhaps prejudiced viewpoint there is nothing that compares in interest and significance with the discovery of the Ptopteridae.

With the insight that paleontology provides us, we can now look out over the picturesque coastline of Japan, dotted with islands, and try to envision things as they were 30 million years ago, when similar islands were teeming with great colonies of giant flightless seabirds clambering up rocks and vying with each other for mates and for a patch of ground on which to place their nest. Although the ptopterids are gone forever, we are all a little richer for at least knowing that such remarkable birds once existed.

The following are other references to the Plotopteridae.

- Hasegawa, Y. 1978. Nihon ni mo penguin ga ita! [There were penguins in Japan also!]. Kazaku Asahi, 3: 71-75, 8 figures. [In Japanese]
- Hasegawa, Y., S. Isotani, K. Nagai, K. Seki, T. Suzuki, H. Otsuka, M. Ota, and K. Ono. 1979. [Preliminary notes on the Oligo-Miocene penguin-like birds from Japan]. Bulletin of the Kitakyushu Museum of Natural History, 1: 41-60, 16 figures, plates 12-19. [In Japanese]
- Howard, H. 1969. A new avian fossil from Kern County, California. Condor, 71: 68-69, 1 figure.
- Olson, S. L. 1980. A new genus of penguin-like peleciform bird from the Oligocene of Washington (Pelecaniformes: Plotopteridae). Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County, 330: 51-57, 5 figures.
- Olson, S. L., and Y. Hasegawa. 1979. Fossil counterparts of giant penguins from the North Pacific. Science, 206: 688-689, 2 figures, color cover.

FIGURE CAPTIONS

Slide 1. Cast of the original specimens of Plotopterum joachinensis [sic; this was a lapsus on my part that was carried over to the printed version]. From this small fragment, Dr. Hildegard Howard correctly diagnosed the new family Plotopteridae. The deductions she made from this little fossil were completely upheld by subsequently discovered, more complete fossils from Japan. Photograph by Victor E. Krantz, courtesy of Smithsonian Institution.

Slide 2. Coracoid bones of Plotopteridae showing differences in size. A, a large Japanese species; B, specimen from state of Washington; C, Plotopterum joachinensis. A and B are incomplete. Photograph by Victor E. Krantz, courtesy of Smithsonian Institution.

Slide 3. Hindlimb of largest Japanese species of Plotopteridae. Photograph by Victor E. Krantz, courtesy of Smithsonian Institution.

Figure 1. Dorsal (upper) view of right wing skeleton. A, anhinga (Pelecaniformes); B, great auk (Alcidae, Charadriiformes); C, plotopterid (Pelecaniformes; largest Japanese species; D penguin (Sphenisciformes). The three birds on the right belong to three different orders and are unrelated, but their wings are very similar because of convergent evolution. The plotopterid (C) evolved from an ancestor with a wing like that of the anhinga (A). Drawn to scale. Drawing by Bonnie Dalzell. From Olson and Hasegawa, 1979.

Figure 2. Anterior (front) view of right tarsometatarsus, the fused bone of the foot. A, anhinga; B, pterosaur, C, penguin. The pterosaur bone, although very stout and heavy, does not look like that of a penguin and is more similar to the anhinga, a member of the Pelecaniformes. Not drawn to scale. Drawing by Bonnie Dalzell. From Olson and Hasegawa, 1979.

Figure 3. The sternum (breastbone) (s) and furcula (clavicles) (f) of the pterosaur from Ainosima Island. The far forward projection of the keel (c) of the sternum and its solid articulation (a) with the furcula are characteristics of the Pelecaniformes and are totally unlike penguins. Drawing by Bonnie Dalzell. From Olson, 1980.

Figure 4. The scapula (shoulder blade) in an anhinga (A), a pterosaur (B), and a penguin (C). The shoulder blade in the Pterosauridae has become quite broad, as in penguins, but retains the large acromion process (a) typical of Pelecaniformes. Drawing by Bonnie Dalzell. From Olson, 1980.

Large Color Transparency. Artist's reconstruction of what the largest Japanese pterosaur may have looked like in life. The outline below it is that of the largest living penguin, to give some impression of the enormous size of the pterosaur. Painting by Bonnie Dalzell. From Olson and Hasegawa, 1979.