

[レビュー]

オーストラリア南東部の下部白亜系から産する恐竜化石の特徴¹⁾

青塚圭一²⁾・柴正博³⁾

The Characteristics of Dinosaur Fossils from Lower
Cretaceous in Southeastern Australia¹⁾

Keiichi AOTSUKA²⁾ and Masahiro SHIBA³⁾

Abstract

Two Groups of Lower Cretaceous extend along the south coast of Victoria Australia, the Strzelecki Group and the Otway Group. Many dinosaurs bone fossils were found from these two Groups. In this study, the characteristics of the Victorian dinosaurs are compiled and discussed from the paleobiogeographical point of view.

As a result of this study, "Hypsilophodontidae", Allosauroidea, Protoceratopsidae, Ankylosauria, Ornithomimosauria, Dromaeosauridae have been found from Lower Cretaceous in the Southeastern Australia. Almost all of the dinosaurs are endemic generic of Victoria. The Victorian dinosaurs are found to be smaller than Australian Cretaceous dinosaurs of other states, which suggests that the Victoria was isolated from other areas in Early Cretaceous.

In addition, the dinosaurs from Southeastern Australia have similarities with some dinosaurs from Asia and Antarctic. These similarities indicate that Australia, Asia and Antarctic may have been connected during the Late Jurassic to Early Cretaceous (probably Barremian). After the Aptian, because of the expansion of the surrounding ocean, it can be hypothesized that Victoria was isolated from the other states of Australia.

はじめに

オーストラリア南東部のビクトリア州では、1978年以降、南部の海岸地域に分布する下部白亜系から多くの恐竜化石が発見された。恐竜化石の産地とい

えば、北半球、特に中国やモンゴル、それに北アメリカなどがよく知られているが、オーストラリア大陸から恐竜化石が数多く発見されることは、日本ではあまり知られていなかった。しかし、1998年に開催された「大恐竜展－失われた大陸 Gondwana の支

¹⁾ 東海大学自然史博物館研究業績 No. 57

Contributions from the Natural History Museum, Tokai University, No.57

²⁾ 東海大学海洋学部, 〒424-8610 静岡県静岡市清水区折戸3-20-1

Faculty of Marin Science and Technology, Tokai University, 3-20-1, Orido, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-8610, Japan

³⁾ 東海大学社会教育センター 〒424-8620 静岡県静岡市清水区三保2389

Social Education Center, Tokai University, 2389, Miho, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-8620, Japan

配者」と、2003年に福井県立恐竜博物館で開催された特別展「オーロラをみた恐竜たち」によって、日本でもオーストラリア大陸で発見された恐竜化石が紹介された。

現在、他の大陸と海で隔てられ繋がりのないオーストラリア大陸に生息していた恐竜が、どのような経路でこの大陸へ渡り、どのように進化したのか。そして、この大陸に現在生息している有袋類の起源と進化と同様に、オーストラリア大陸はいつ他の大陸と陸続きでなくなったのかなど、オーストラリア大陸にまつわる古生物学的な研究課題は多い。

本稿では、オーストラリア、特にビクトリア州南部に分布する下部白亜系から発見される恐竜化石について、これまで公表された文献をもとに種類やその特徴を整理し、オーストラリアの他地域およびオーストラリア以外の地域から発見される恐竜化石群集との相違や類縁性などについて検討した。

研究史

オーストラリア、ビクトリア州南部の海岸地域には Strzelecki 層群と Otway 層群と呼ばれる下部白亜系が分布する (Fig.1)。両層群はメルボルンの東西に分かれて分布し、Strzelecki 層群はメルボルンの東に、Otway 層群は西に分布する。Strzelecki 層群はおもに Aptian 階の地層であり、Otway 層群はおもに Albian 階の地層とされている (Rich et al., 1988)。

Strzelecki 層群からの恐竜化石の最初の発見は、1903年に遡る。この年、ビクトリア州の地質図を作成していた W. H. Ferguson は、Eagles Nest の海岸で肉食恐竜の末節骨の化石を発見した。その末節骨は、Woodward (1906) によってメガロサウルスのものと同定された。これは、Strzelecki 層群からの最初の恐竜化石であるとともに、オーストラリア大陸における最初の恐竜化石の発見でもあった。この化石は、発見された場所(岬)の名前から “Cape Paterson Claw” と呼ばれるようになった。

その後、この地域からはカメ類やトカゲの化石と思われるものなどの報告 (Warren, 1969; Molnar, 1980) があったものの、恐竜の化石は発見されなかった。1978年に、モナッシュ大学の大学院生であった T. Flannery と J. Long は地質学者の R. Glennie とともに San Remo から Inverloch に分布する

Strzelecki 層群の調査を行った。この際、Eagles Nest 周辺から恐竜化石を含む約30点の化石を発見した。その中には、他の大陸ではジュラ紀後期に絶滅したと考えられていたアロサウルス上科の距骨も含まれていた (Molnar et al., 1981, 1985; Welles, 1983)。また、1979年から1987年にかけて、ビクトリア州南部の海岸地域に分布する Strzelecki 層群より陸棲動物化石が発見された (Dettmann, 1986; Wagstaff and McEwen-Mason, 1989)。

1986年に、L. Kool と M. Cleeland は San Remo に分布する Strzelecki 層群からいくつかの化石を発見し、その中にはジュラ紀に絶滅したと考えられていた迷歯類の化石が含まれていた (Jupp and Warren, 1986)。1988年には、Inverloch の海岸から “ヒブシロフォドン科” のものと酷似した恐竜化石が発見された (Anderson et al., 2002)。1991年に L. Kool らは Eagles Nest の 2 km 東に位置する Flat Rocks に分布する Strzelecki 層群から恐竜化石を含む多くの化石を発見した (Rich and Vickers-Rich, 2003a)。

モナッシュ大学とビクトリア博物館は、1994年から National Geographic 協会などの資金援助を受け、Flat Rocks での集中化石発掘調査を行った。この集中化石発掘調査は “Dinosaur Dreaming” と呼ばれ、現在でも継続されている (Fig.2)。この調査ではカンタスサウルス属やアトラスコプコサウルス属、アンキロサウルス類など数多くの恐竜化石が発見された。同調査において、1997年に *Ausktribosphenos nyktos* というハリネズミ科に類縁とされる哺乳類化石が発見され (Rich et al., 1997)、現在では恐竜化石と同様に哺乳類化石の調査も “Dinosaur Dreaming” の目的のひとつとなった。

これに対して、ビクトリア州南西部の海岸に分布する Otway 層群については、1979年から1980年にかけて Point Lewis, Point Franklin, Erick the Red, Dinosaur Cove の4つの地点で恐竜などの化石が多く発見された (Rich and Rich, 1989)。この4地点のうち、もっとも化石が多く発見された地点は Dinosaur Cove であり、1980年から1982年の間に Dinosaur Cove からは約12点の恐竜化石が発見された (Rich and Rich, 1989)。

Dinosaur Cove ではさらに、1984年から1993年まで毎年3ヶ月間に集中化石発掘調査が行われた (Rich and Rich, 1989)。そのうちの1985年から

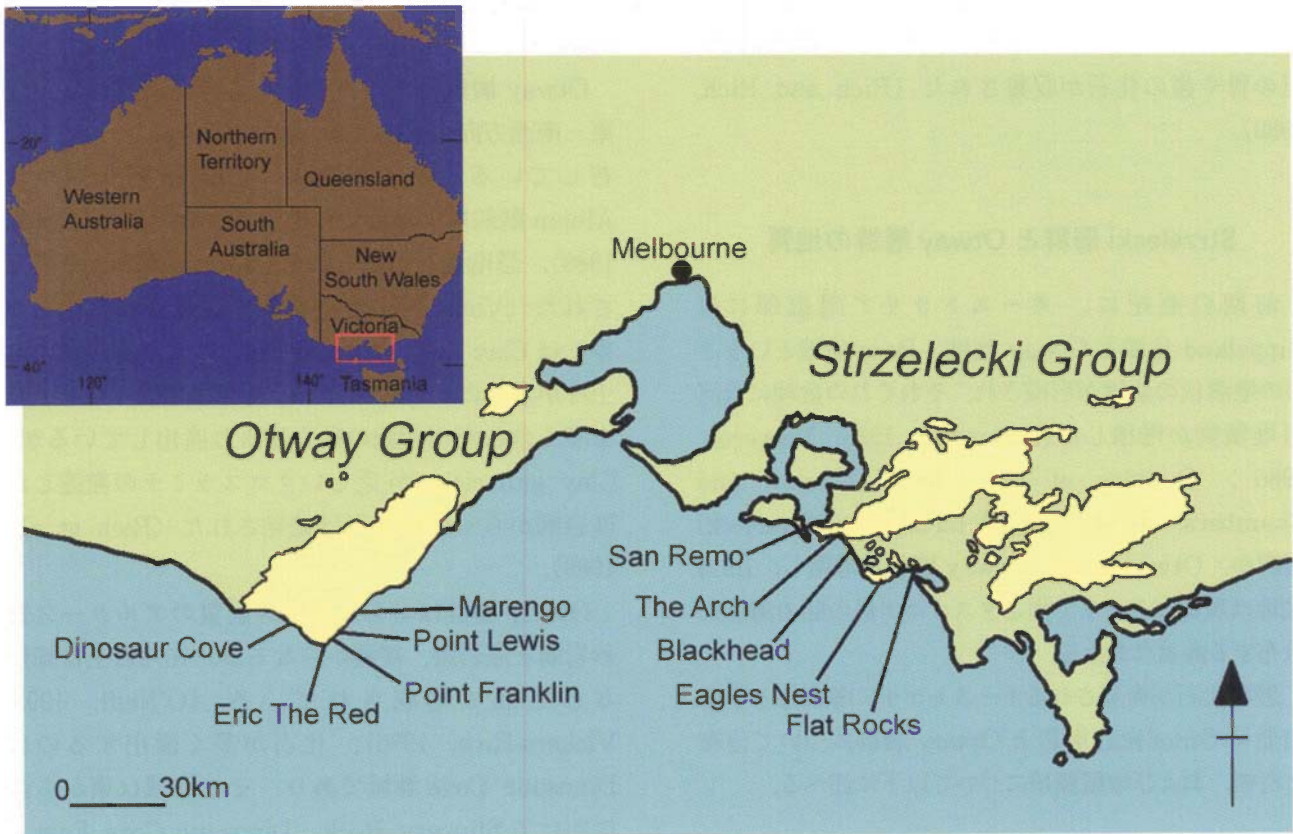


Fig. 1 Location map of Southeastern Australia and the distribution of the Lower Cretaceous Series in Victoria.



Fig. 2 Photograph of the research site of Dinosaur Dreaming at Flat Rocks in 2005.

1987年の間には、レアエリナサウラ属やアトラスコ
ブコサウルス属、ティムス属などを含む約2,000
点の骨や歯の化石が収集された (Rich and Rich,
1989).

Strzelecki 層群と Otway 層群の地質

前期白亜紀に、オーストラリア南東部には
Gippsland 盆地と Otway 盆地、Bass 盆地という3
つの地溝状の盆地が形成され、それぞれの盆地には河
川堆積物が堆積した (Dettmann, 1986; Veevers,
1986; Douglas et al., 1976; Drinnan and
Chambers, 1986). Gippsland 盆地には Strzelecki
層群が、Otway 盆地に Otway 層群が堆積し、Bass
盆地は現在ビクトリア州とタスマニア島の間の海底に
分布する海盆にあたる。

恐竜化石が発見されるオーストラリア南東部の下部
白亜系 Strzelecki 層群と Otway 層群について分布
と岩相、および堆積環境について以下に述べる。

1. Strzelecki 層群

Strzelecki 層群はメルボルンから南東の地域に、北
東-南西方向に幅約30~50kmの分布域が2列をなし
て分布する。この層群の地質時代は、Valanginian
階から Aptian 階の地層とされている (Rich et al.,
1988). Strzelecki 層群では Aptian 階にあたる
Wonthaggi 累層に恐竜などの化石が多く含まれる
(Vickers-Rich, 1996).

恐竜化石が多く発見される Cape Paterson から
Inverloch 周辺の Strzelecki 層群の岩相は、おもに
火山砕屑質のアルコース質砂岩層と泥岩層で構成さ
れている。また、分布する地層のうち砂岩層が約60
%で、泥岩層が約40%である (Vickers-Rich, 1996).
砂岩層は炭化物を含む中粒砂から細粒砂からなり、
クロスラミナが顕著に見られる。化石は砂岩層に含
まれていることが多く、砂岩層は容易に割ることが
できるほどの硬さである。砂岩層の一部には偽礫も
見られる。泥岩層は砂岩層よりも層厚が薄く、泥岩
層はシルト岩層と頁岩層から構成される。

脊椎動物化石が集中する層準は、火山や高地から
供給された雪解け水や大洪水などにより急速に堆積
したラグ堆積物やポイントバー堆積物 (Vickers-
Rich, 1996) とされている。

2. Otway 層群

Otway 層群はメルボルンから南西の地域に、北
東-南西方向に幅約30km、長さ約70kmにわたって分
布している。この層群は、Aptian 階後期から
Albian 階前期にかけての地層とされ (Rich et al.,
1988), 恐竜化石はおもに Eumeralla 累層より発見
された (Vickers-Rich, 1996). 発見された化石の
多くは Clay gall clasts (干割れにより剥がれた粘
土片が水流により運ばれて砂層中に堆積したもの)
を多く含む河川起源の砂岩層より産出しているが、
Clay gall clasts が乏しいクロスラミナの発達した
砂岩層からも恐竜化石は発見された (Rich et al.,
1989).

Otway 層群はおもに火山砕屑質のアルコース質
砂岩層と泥岩層、炭層からなるが、70%以上は細粒
な砂岩層で構成されている (O'Neill, 1993,
Vickers-Rich, 1996). 化石が多く産出するのは
Dinosaur Cove 地域であり、その地域は東から西
にかけて Slippery Rock, Dinosaur Cove East,
Dinosaur Cove West の3つの地区に細分される。
この3地区のうち、最も恐竜化石が多く発見された
のは Dinosaur Cove East である。この地域に分
布する地層は非常に硬く、発掘には掘削機が用いら
れた。

Vickers-Rich (1996) によれば、恐竜化石を含
む Otway 層群の地層の多くはラグ堆積物やポイン
トバー堆積物と推定されている。

3. Strzelecki 層群と Otway 層群の堆積環境

Vickers-Rich (1996) は、恐竜化石が発見される
地層はラグ堆積物やポイントバーの堆積物であると
し、高営力な環境で恐竜化石も堆積したことを示唆
した。Strzelecki 層群の砂岩は細粒砂から中粒砂で
構成されているのに対し、Otway 層群の砂岩は細粒
砂で構成されている (O'Neill, 1993). さらに、化石
が多く発見された Otway 層群の砂岩層には Clay
gall clasts が含まれ、Strzelecki 層群の砂岩層には
Clay gall clasts が含まれていないことから、両層
群の堆積環境には違いがあった (Rich et al., 1989)
と考えられている。また、Strzelecki 層群より産出
する化石の保存状態は悪く、多くの化石は破碎され
ているのに対し、Otway 層群では化石の保存状態が

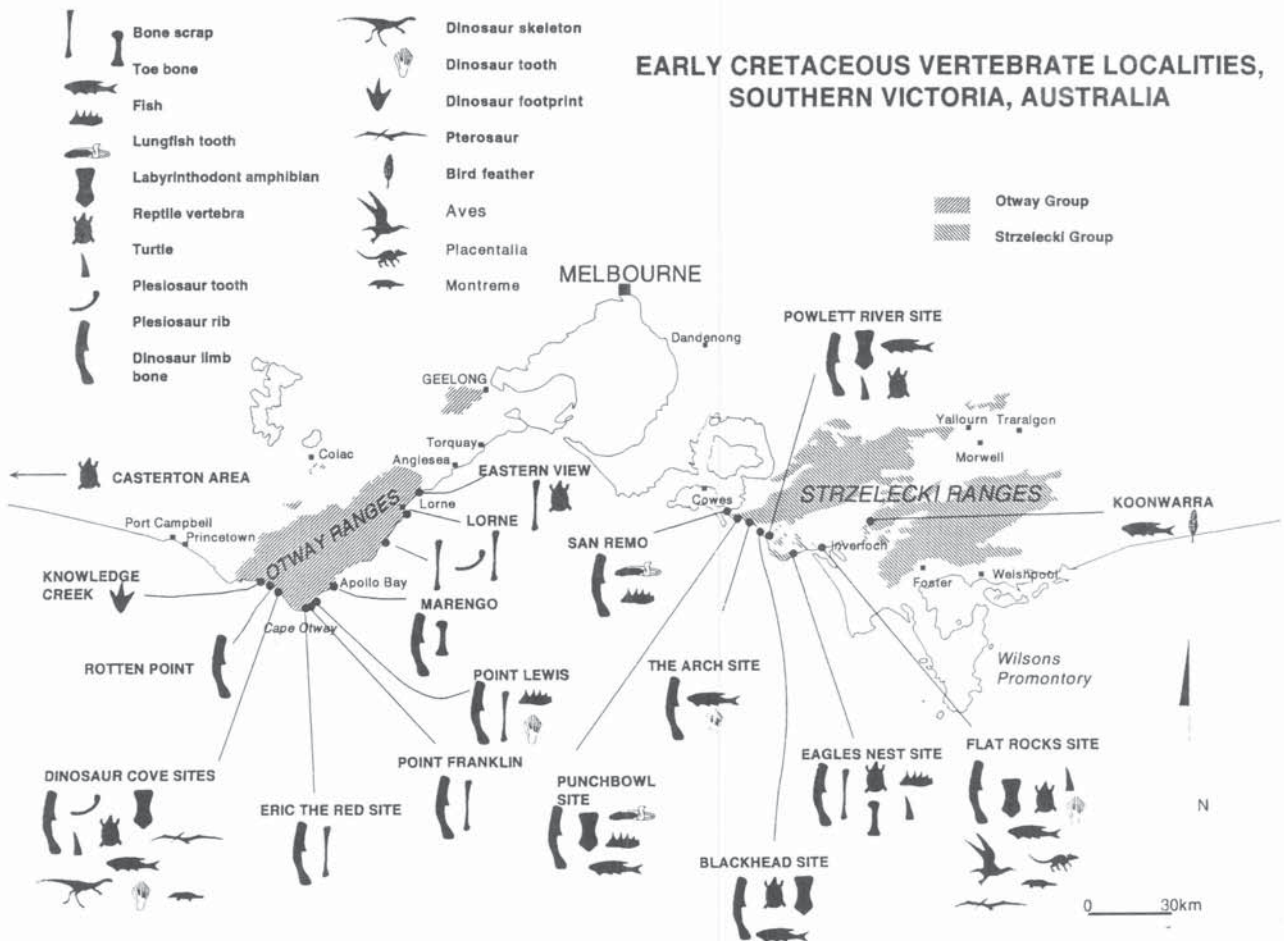


Fig. 3 The map is shown the kinds and the places of the vertebrate fossils found from the Strzelecki and the Otway Groups. (After Rich and Vickers-Rich, 2000)

良く、いくつかの関節部が繋がった状態で発見されたものもある。このことより、Strzelecki層群の方がOtway層群よりも高営力な環境で堆積した地層であると考えられる。

両層群の堆積当時の年間平均気温が3つの方法によって推定されている。植物化石からは10°C (Duglas, 1969, 1973; Drinnan and Chambers, 1986; Parrish et al., 1991), 酸素同位体からは $-2^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ (Gregory et al., 1989), Strzelecki層群に認められる永久凍土の痕跡から $-6^{\circ}\text{C} \sim 3^{\circ}\text{C}$ (Constantin et al., 1998) と推定されている。求められた平均気温の値はそれぞれ異なっているが、両層群より恐竜だけでなく数多くの植物や動物の化石が産出していること、そしてその恐竜の多くが植物食性であることから、白亜紀前期のオーストラリア南東部には植物が豊富に繁茂していたと思われる。また、西(2000)は白亜紀の地球において、温暖化のピークにあったのはAptian階からTuronian階であったとしていることから、当時の気候は推定

されている3つの中で植物化石より推定された比較的温暖なものであった可能性がある。

発見された恐竜化石

Strzelecki層群とOtway層群の多くの地点から化石が発見された。以下に発見された恐竜化石についての詳細を層群別に述べる。Fig.3に両層群から発見された恐竜など動物化石が発見された地点を示す。また、両層群から発見されたおもな種類の恐竜の復元図をFig.4に示す。

1. Strzelecki層群の恐竜化石

Strzelecki層群から発見された恐竜化石と発見された地点を、Kool(2004)にしたがってTable 1に示す。Strzelecki層群で恐竜化石が最も多く発見されたのはFlat Rocksであり、プロトケラトプス科以外のすべての化石が発見された。また、Flat

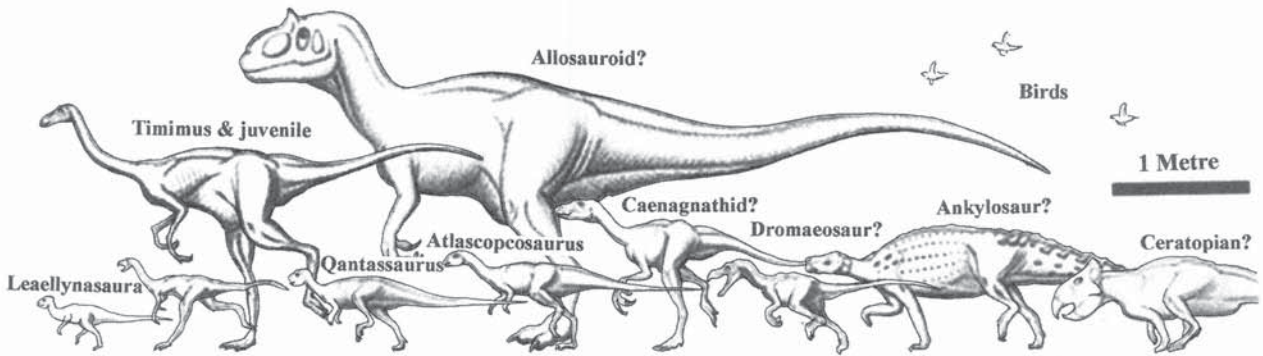


Fig. 4 Restoration image pictures of the kinds of dinosaur which have been found from Victoria after the web site of DANN'S DINOSAURS (<http://www.geocities.com/dannsdinosaurs/index.html>).

Rocks からは哺乳類化石も発見された。

Strzelecki層群から発見された恐竜化石で、特に多いのは“ヒプシロフォドン科”の恐竜であり、これまでに3種報告されている。“ヒプシロフォドン科”の化石は内陸部のKoonwarraを除き、Strzelecki層群でこれまでに調査されたすべての地域から発見された。“ヒプシロフォドン科”の恐竜のほかに、アロサウルス上科、オルニトミムス類、プロトケラトプス科、アンキロサウルス類の化石も発見されており、その中にはドロマエオサウルス科と思われる小型獣脚類のものも含まれる。

Strzelecki層群から発見された恐竜化石の詳細を以下に示す。

1) 鳥脚類

“ヒプシロフォドン科” (“Hypsilophodontidae”)

Strzelecki層群から発見された“ヒプシロフォドン科”の化石は歯や脊椎、下顎骨、大腿骨などがある。

“ヒプシロフォドン科”の化石は頬歯の条線の形状や大腿骨の形状により、カンタスサウルス属、アトラスコプコサウルス属、レアエリナサウラ属に分類されているほか、これまでに発見された“ヒプシロフォドン科”のものとは異なった特徴を示す大腿骨も発見された(Rich and Rich, 1989)。種まで同定されたものは、*Quantassaurus intrepidus*, *Atlascopcosaurus loadsi*, *Fulgurotherium australe*の3種である。

“ヒプシロフォドン科”の恐竜は2足歩行の小型植物食恐竜で、ヨーロッパを始めアフリカ、アジア、北アメリカ、オーストラリア、南極のジュラ紀中期から白亜紀後期の地層から化石が発見されている。

Quantassaurus intrepidus Rich and Vickers-

Rich, 1999

本種のものとしてされる歯のついた下顎骨と大腿骨の化石がFlat Rocksから発見された。体長は約1.8mと推定され、ビクトリア州より発見された“ヒプシロフォドン科”の中では最大の大きさのものである。*Atlascopcosaurus loadsi* Rich and Rich, 1989

South Gippsland Coastより歯のついた上顎骨の化石が発見された。体長は約1.2mと推定される(福井県立恐竜博物館, 2003)。

Fulgurotherium australe Von Huene, 1932

Strzelecki層群の分布域では、The Arch, Eagles Nest, Flat Rocksより数多くの大腿骨が発見された(Rich and Rich, 1989)。ビクトリア州以外でも、ニューサウスウェールズ州のLightning Ridgeから発見された(Von Hune, 1932)。体長は約1.2mと推定される。

2) 獣脚類

アロサウルス上科 (Allosauroida)

Eagles Nestより距骨が発見(Molnar et al., 1981)されており、Strzelecki層群より産出した恐竜化石のうち、最も大きな肉食恐竜である。この化石から推定される体長は6m程度であり、他の大陸で発見される同上科のものに比べ小型である(ヴッカーズ=リッチ・リッチ, 1993; 福井県立恐竜博物館, 2003)

アロサウルス上科に含まれる恐竜は北アメリカや南アメリカ、アフリカ、アジア地域より数多く発見され、オーストラリアや南極でも発見された。

オルニトミムス類 (Ornithomimosauria)

Strzelecki層群の分布地域では、San Remo,

Table 1 Distribution of taxa recovered from the main fossil localities within the Strzelecki Groups.

Taxa	San Remo	Punch Bowl	The Arch	Blackhead	Powlett River	Eagles Nest	Flat Rocks
<i>Qantassaurus intrepidus</i>							●
<i>Fulgurotherium australe</i>			●			●	●
<i>Hypilophodontid</i> sp.	●	●	●	●	●	●	●
Allosauroids						●	
Theropoda	●					●	●
Ankylosaur							●
Ornithomimid	●			●			●
<i>Serendipaceratops arthurclarkei</i>			●				
Dinosaur indet.	●	●	●	●	●	●	●

Blackhead, Flat Rocksより発見されたが、種の同定には至っていない。

オルニトミムス類の恐竜のほとんどは歯のない細長い嘴状の顎を持つ特徴があり、外見もダチョウに似ていることから一般には“ダチョウ型恐竜”とも呼ばれる。オルニトミムス類の多くはモンゴルや北アメリカの白亜紀の地層より発見されている。

小型獣脚類 (Small Theropod)

小型獣脚類の化石が、San Remo, The Arch, Eagles Nest, Flat Rocks から発見された。これまでに発見された化石は断片的なものであり、まだ種の同定には至っていないが、ドロマエオサウルス科 (Dromaeosauridae) のものを含む可能性が示唆されている (Vickers-Rich, 1996)。

3) 角竜類

プロトケラトプス科 (Protoceratopsidae)

Strzelecki層群ではオーストラリアで初めてとなるプロトケラトプス科の恐竜、*Serendipaceratops arthurclarkei* が発見されている。

プロトケラトプス科の多くは白亜紀後期に中国やモンゴルなどのアジア地域や北アメリカ大陸で繁栄した角竜類の仲間である。

Serendipaceratops arthurclarkei Rich and Vickers-Rich, 2003

Flat Rocks の西側に位置するThe Archから尺骨の化石が発見されている。尺骨の特徴が北アメリカで発見された *Leptoceratops grasilis* のものと酷似していることより、新角竜類のプロトケラトプス科の恐竜と同定された (Rich and Vickers-Rich, 1994; Rich and Vickers-Rich, 2003b)。体長 2 m 以下と推定されている。

4) 鎧竜類

アンキロサウルス類 (Ankylosauria)

Flat Rocksからアンキロサウルス科の鎧竜の肋骨の断片や歯などが発見されている (Vickers-Rich, 1996)。体長は約 2 m 程度であったと推定されている。

鎧竜類はその名の通り、体を鎧のような骨質皮膚で覆った特徴を持つ恐竜である。ヨーロッパや北アメリカ、アジアのジュラ紀中期から白亜紀後期の地層から数多く発見されているが、南極大陸からも発見されている。

2. Otway 層群の恐竜化石

Otway 層群から発見された恐竜化石とその地点を Rich and Rich (1989) にしたがって Table 2 に示す。Otway 層群から産出している恐竜化石の大半は Dinosaur Cove から発見されている。Strzelecki 層群と同様“ヒプシロフォドン科”の恐竜が多く、こ

Table 2 Distribution of taxa recovered from the main fossil localities within the Otway Groups.

Taxa	Knowledge Creek	Rotten Point	Dinosaur Cove West	Dinosaur Cove East	Slippery Rock	Erick the Red	Point Franklin	Point Lewis	Marengo
<i>Fulgurotherium australe</i>				●					
<i>Leaellynasaura amicagraphica</i>			●	●	●				
<i>Atlascopcosaurus lodsii</i>			●	●	●				
<i>Hypsilophodont</i> sp.				●	●				
<i>Timimus hermani</i>			●						
Theropoda			●						
Dinosaur indet.		●	●	●	●	●	●	●	●
Trace fossil of dinosaur	●								

れまでに“ヒプシロフォドン科”が3種、オルニトミムス類が1種同定されている。この他に小型獣脚類の化石も発見されている。

Otway 層群より発見された恐竜についての詳細を以下に示す。

1) 鳥脚類

“ヒプシロフォドン科” (“Hypsilophodontidae”)

Otway 層群から発見された“ヒプシロフォドン科”の恐竜はこれまでに *Leaellynasaura amicagraphica*, *Atlascopcosaurus lodsii*, *Fulgurotherium australe* の3種が同定されているが、この他にもこの3種とは別の特徴を持つ“ヒプシロフォドン科”の大腿骨が発見されている。Strzelecki 層群と同様、頬歯の条線の形状や大腿骨の形状の違いによって属・種に分類されている。

Leaellynasaura amicagraphica Rich and Rich, 1989

本種の化石は、Dinosaur Cove West, Dinosaur Cove East, Slippery Rock から発見された。これまでに頭蓋骨、歯骨、頬歯、大腿骨、尾の一部など数多くの部位が発見されており、ビクトリア州で発見された恐竜化石の中ではほぼ完全な骨格が知られている数少ない種である。また、頭蓋骨の化石より脳の痕跡も発見された (Rich and Rich, 1989; ヴィッカーズ=リッチ・リッチ, 1993)。体長は約1mと推定され、ビクトリア州より発見された“ヒプシロフォドン科”の中で最小の種である。

Atlascopcosaurus lodsii Rich and Rich, 1989

本種の化石は、Dinosaur Cove West, Dinosaur Cove East, Slippery Rock, Point Lewis, Marengo より上顎骨の一部、歯骨、頬歯が発見された。本種はレアエリナサウラと近縁な“ヒプシロフォドン科”の種であり、Strzelecki層からも発見されている。体長は約1.2mと推定される。

Fulgurotherium australe Von Huene, 1932

Dinosaur Cove East より大腿骨が発見されており、本種は Strzelecki 層群からも発見されている。

2) 獣脚類

オルニトミムス類 (Ornithomimosauria)

Otway 層群からは *Timimus hermani* と命名されたオルニトミムス類の種が発見されている。

Timimus hermani Rich and Vickers-Rich, 1994

本種の化石は、Dinosaur Cove East から大腿骨が発見されており、これまでに成体のものと幼体のものとが収集された (Rich and Vickers-Rich, 1994)。ビクトリア州で発見された最初のオルニトミムス類の恐竜で体長およそ3.5mであるとされる。

オビラプトロサウルス類 (Oviraptorosauria)

本種の化石は、Dinosaur Cove East より上角骨と脊椎のものが発見された。上角骨の形状より、カエナグナトゥス科 (Caenagnathidae) であると考えられる (Currie et al., 1996)。体長は約2~3mであったと推定されている。

オビラプトロサウルス類は、歯の無い嘴のような顎をもつ特徴があり、北アメリカ大陸やアジアの上部白亜系から多くの化石が発見されている。

3) 小型獣脚類 (Small Theropoda)

おもに Dinosaur Cove より発見されたが、Otway 層群で発見される肉食恐竜の化石の数は少なく、多くが断片的なものである。

オーストラリア南東部で発見された恐竜の特徴

1. 小型化

Strzelecki 層群と Otway 層群より産出する恐竜の化石の多くは断片的なものであるが、それらから推定される恐竜の大きさは小型のものが多い。最も多く産出する“ヒプシロフォドン科”では、体長が1~2 m程度と推定されるものが多く、他の大陸から発見されるものの体長と比較して小さい。

Strzelecki 層群より発見されたアロサウルス上科の恐竜化石は、体長約6 mと推定されている(福井県立恐竜博物館, 2003)。その大きさはオーストラリア南東部で発見された恐竜の中では最大のものである。しかし北アメリカで発見されるアロサウルス科の恐竜は推定体長約9~11mであり、それと比較すると小型である。また、北アメリカで発見されるアンキロサウルス類は推定体長約10mであるのに対し、オーストラリア南東部のものは体長約2 mと推定されている。

Strzelecki 層群より発見されたアロサウルス上科の恐竜化石は距骨のみで、それが幼体や亜成体の場合も考えられるが、“ヒプシロフォドン科”も含め他のほとんどのものが小型であることから、オーストラリア南東部より産出した恐竜は他の地域よりも小型化していた可能性がある。

2. “ヒプシロフォドン科”の多様性

これまでにStrzelecki 層群から4属3種、Otway 層群からは3属3種の“ヒプシロフォドン科”の恐竜化石が発見されている。さらにRich (1996) は種の同定に至っていないものも含め、この地域に少なくとも5~6属6種の“ヒプシロフォドン科”の恐竜がいたものとしている。“ヒプシロフォドン科”

の恐竜は世界中の大陸で発見されているが、同一時代の同一地域に3属以上の“ヒプシロフォドン科”が発見された例は他にない。このことから、Rich (1996) とConstantine et al. (1998) は、“ヒプシロフォドン科”の恐竜がオーストラリア南東部の環境に最も適応していた恐竜であると述べている。

3. 歯の条線構造の特徴

Rich et al. (1988) によれば、オーストラリアから発見された“ヒプシロフォドン科”の恐竜は属レベルで固有であるという。また、そのうちビクトリア州から発見された“ヒプシロフォドン科”の恐竜には頬歯に深い溝状の条線があり、その条線はそれぞれの属によって微妙に異なった形状を示し、Rich and Rich (1989) およびRich and Vickers-Rich (1999) はこの条線構造の違いによって属を分類した。

これまでに、このような深い溝状の条線がある頬歯を持つ“ヒプシロフォドン科”の化石が報告されたのは、日本の石川県にある下部白亜系の桑島層のものと南極大陸の上部白亜系のものだけである(真鍋・バレット, 2000)。このことから、真鍋・バレット (2000) は、白亜紀初期の日本の桑島層から発見された“ヒプシロフォドン科”はオーストラリアおよび南極との関連を示していると述べている。

4. 視力の発達

Rich and Rich (1989) とConstantine et al. (1998) は、“ヒプシロフォドン科”レアエリナサウラの頭蓋骨化石の特徴から、レアエリナサウラには大きな眼窩があり、脳の痕跡化石からも発達した視葉があったと考えた。“ヒプシロフォドン科”の恐竜は一般に大きな眼窩をもつ特徴があるが、この視葉の大きさは他の大陸より発見された“ヒプシロフォドン科”よりも大きいことから、Constantine et al. (1998) は当時のオーストラリア南東部が冬期には日照時間が短い極圏地域に位置していたことから、発達した視力が必要であったためと説明した。

5. 成長停止線

Otway 層群より発見されたティムムスの大腿骨

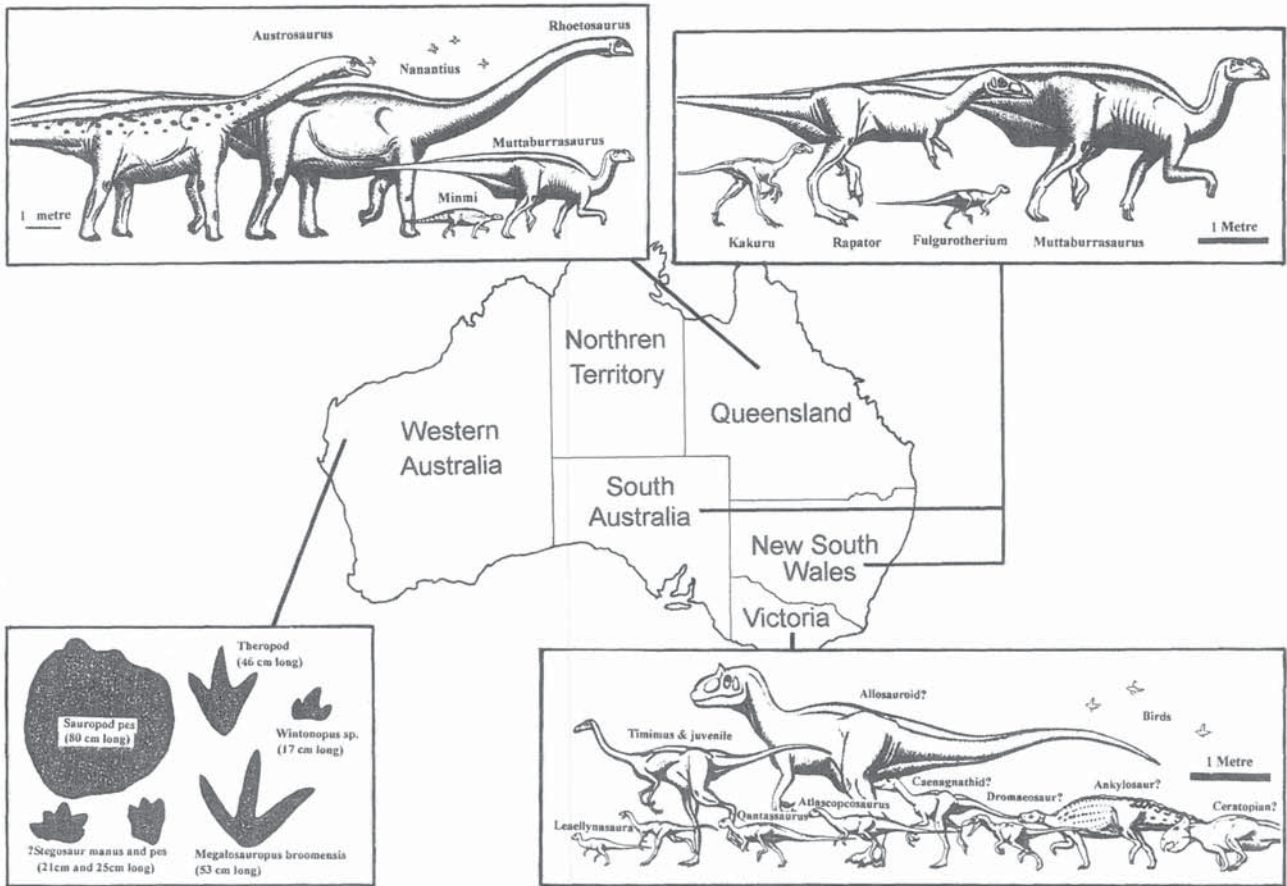


Fig. 5 Compiled map of locations and restoration image pictures of the kinds of dinosaur which have been found from Australia. These image pictures are after the web site of DANN'S DINOSAURS (<http://www.geocities.com/dannsdinosaurs/index.html>).

には明瞭な成長停止線が確認された（ヴィッカーズ＝リッチ・リッチ, 1993; Constantine et al., 1998). しかし, Strzelecki層群とOtway層群から発見された“ヒプシロフォドン科”の恐竜の大腿骨には成長停止線が見られなかった. この成長停止線の有無から, ヴィッカーズ＝リッチ・リッチ (1993) と Constantine et al. (1998) は, “ヒプシロフォドン科”の恐竜は年間を通じて一定の成長速度を保つことができ, 逆にティムスは極地域での冬をしのぐために冬眠をした結果, 成長停止線が形成されたと推定した.

しかし, 北アメリカより発見されるサウロルニトレステス属 (*Saurornitholestes*) などの恐竜化石からも成長停止線は確認されており (Reid, 1997a), シンタルス属 (*Syntarsus*) からティラノサウルス属 (*Tyrannosaurus*) に至る肉食恐竜の骨からも成長停止線が発見されている (ドッドソン, 1994). また, Reid (1997b) は現在生息する動物においても, 病気や餌不足などでも成長停止線が形成される

ことを述べている. ティムスはシンタルスやティラノサウルスと同じ獣脚類に分類され, 成長停止線の有無だけでは恐竜が冬眠したか否かを判断することはできないと思われる.

オーストラリアおよび他の大陸の恐竜との相違と類似

1. オーストラリア大陸の他地域との相違

オーストラリア大陸で発見された恐竜化石については, Rich and Vickers-Rich (2003a) に詳しく紹介されている. それによれば, オーストラリア大陸で発見された恐竜化石の多くはおもに大陸の東部に集中しており, 西部からは足印化石と中部ジュラ系より獣脚類のオズラプトル (*Ozraptor subitai*) が発見されただけである (Fig.5). ビクトリア州に次いで, オーストラリアで恐竜化石が多数産出する

地域は北部のクィーンズランド州である。クィーンズランド州ではこれまでに、中部ジュラ系から竜脚類のロエトサウルス (*Rhoetosaurus brownie*) が発見されており、下部白亜系からは竜脚類のアウストラロサウルス (*Austrosaurus mckillopi*) や鳥脚類のムッタブラサウルス (*Muttaborrasaurus longdoni*)、鎧竜類のミンミ (*Minmi paravertebra*) が発見されている。また、中部ではサウスオーストラリア州から獣脚類のカクル (*Kakuru kujani*)、ニューサウスウェールズ州からは獣脚類のラパトル (*Rapator ornitholestoides*)、鳥脚類のムッタブラサウルスとフルグロテリウムが発見されており、これらはすべて下部白亜系より発見された。

前述したように、ビクトリア州より発見された恐竜の多くが小型であるという特徴がある。これに対し、クィーンズランド州では全長約15mと推定されているアウストラロサウルスや推定全長約7.5mのムッタブラサウルスといった大型のものが発見されている。ニューサウスウェールズ州では、ムッタブラサウルスが発見されたほか、推定全長約6～9mのラパトルも発見されている。そして、サウスオーストラリアのカクルは全長2mと推定されている。つまり、オーストラリアで発見された恐竜は北部のものほど大きく、南下するにつれて小型のものが多くなる傾向がある。

また、ビクトリア州より発見される恐竜と共通するものはニューサウスウェールズ州のフルグロテリウムだけであり、クィーンズランド州とサウスオーストラリア州からは共通した属は発見されていない。特にクィーンズランド州の Aptian 階から Cenomanian 階では、ビクトリア州で発見されていない竜脚類が発見されており、両地域の恐竜群集に違いがある可能性がある。

ヴィッカーズ＝リッチ・リッチ (1993) は、ビクトリア州の恐竜に小型のものが多くについて極圏の環境下で小型化したと考えたが、一般に平均気温の低下は動物の体を大型化させることから半島部における島嶼化にも原因を求めた。動物は島のように孤立した地域に隔離された場合、一般に小型化する傾向があり、それは島嶼化と呼ばれる。オーストラリアの下部白亜系から発見される恐竜のうち、ビクトリア州から発見された恐竜化石がオーストラリアの他地域のものとは共通する属をもたないことと他の地域のものより小型であることから、ビクトリア州の恐竜が生息していた地域はオーストラリアの他

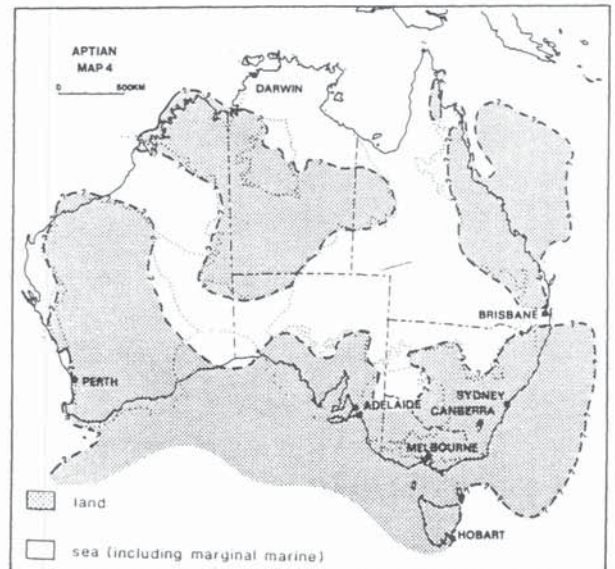


Fig. 6 Paleogeographical map of Early Cretaceous in Australia after Frakes et al, 1987.

地域から孤立または交流が困難な地域になっていた可能性があると思われる。

Frakes et al. (1987) は Aptian 期から Albian 期にかけてオーストラリアの内陸部に海路が広がっていたとし、特に Aptian 期にはオーストラリア大陸は南北に分断されていたとした (Fig.6)。この南北の分断は恐竜が移動をする上で大きな障壁となり、北部と南部の恐竜の種類や大きさに違いを生じさせたと推定される。しかし、前述したようにオーストラリア南東部が他地域と交流が困難な地域になっていたとすれば、Aptian 期には Frakes et al. (1987) が推定しているよりも広く海が広がっていた可能性もある。

2. 他大陸の恐竜との類縁性

Strzelecki 層群と Otway 層群より産出した恐竜化石には、アジア地域との類縁性を示す特徴がいくつか確認されている。前述したように、ビクトリア州より発見される“ヒプシロフォドン科”の頬歯には深い溝状の条線が確認されており、この特徴は石川県の桑島層より発見された“ヒプシロフォドン科”にも見られる (真鍋・バレット, 2000)。桑島層は手取層群の一部であり、Berriasian 期から Valanginian 期の地層 (伊佐治, 2000) とされており、Strzelecki 層群と Otway 層群よりも古い時代のものである。また、Strzelecki 層群より発見されたアロサウルス上科の化石に関しても、距骨の形態が福井県の手取層群の

Albian 階より産出したフクイラプトル (*Fukuiraptor kitadaniensis*) のものと類似しているという報告 (Azuma and Currie, 2000) がある。

Rich and Vickers-Rich (1994) はビクトリア州よりプロトケラトプス科の恐竜化石を発見し、Currie et al., (1996) はオビラプトロサウルス類の恐竜化石を報告した。Rich and Vickers-Rich (1994) と Currie et al. (1996) は、それらがアジアや北アメリカから発見されるものと同時期または古い時代の地層から発見されていることから、プロトケラトプス科とオビラプトロサウルス類が南半球起源である可能性を述べた。しかし、2002年に中国の遼寧省のHauterivian階より、原始的なプロトケラトプス科のリャオケラトプス (*Liaoceratops yanzigouensis*) とオビラプトロサウルス類のインキシボサウルス (*Incisivosaurus gauthieri*) の発見が報告 (Xu et al., 2002a, 2002b) され、プロトケラトプス科とオビラプトロサウルス類の起源はむしろ中国またはアジア地域であることが推定された。

南極大陸からも恐竜化石は発見されており、それらの恐竜はビクトリア州から発見される恐竜との類縁性が認められる。南極大陸のカークパトリック山の下部ジュラ系より発見された獣脚類のクリオロフォサウルス (*Cryolophosaurus ellioti*) は、Strzelecki 層群から発見されたものと同じアロサウルス上科であり、特に中国の四川省で上部ジュラ系より発見されるヤンチュアノサウルス属 (*Yangchuanosaurus*) と近縁である (Hammer and Hickerson, 1994; Donnan, 1994)。また、南極大陸のベガ島の上部白亜系より発見された“ヒプシロフォドン科”の頬歯には、ビクトリア州の“ヒプシロフォドン科”と同様、深い溝状の条線構造が確認されている (Hammer, 1994; 真鍋・バレット, 2000)。これらのことから、アジア地域とオーストラリア大陸および南極大陸の上部ジュラ系から下部白亜紀系から産する恐竜化石には類縁性があるものと推定される。

前期白亜紀におけるオーストラリア大陸の古地理学的諸問題

オーストラリア大陸から産出する恐竜を含め陸棲四肢動物の化石は断片的なものが多く、また白亜紀初期以前の地層からは陸棲脊椎動物化石がほとんど

発見されていないこともあり、オーストラリア大陸の恐竜や哺乳類 (有袋類) の起源と移住について不明なところが多い。遠藤 (2002) によれば、オーストラリア大陸への有袋類の移住は、北アメリカで発展した有袋類が中生代末期から新生代初期にかけて南アメリカ大陸、ユーラシア大陸に進出し、南極大陸を経由してオーストラリア大陸に到達したとされていると述べている。しかし、遠藤 (2002) は有袋類のマイグレーションと大陸移動との関係は大きな論争のテーマとなっていて、大陸移動の時期とあわせてその移動の実態は謎に包まれているとも述べている。

一般的な大陸移動による陸棲四肢動物の移住の説明として Rich and Vickers-Rich (2000) は、恐竜が現れた後期三畳紀に大陸はまだ連結していたかまたはパンゲアというひとつの巨大な大陸塊として結合していたが、ジュラ紀にその大陸はインドを含めた南の Gondwana 大陸と北のローラシア大陸の2つの大陸に分裂したと述べている。そして、この大陸の分裂と移動の過程はその後にも継続して、両大陸間の交流可能な通路を陸棲四肢動物が横断し移住することがより困難になったとしている (Fig.7)。しかし、Rich and Vickers-Rich (2000) は、オーストラリア大陸も含めさまざまな大陸にすむ陸棲脊椎動物相の間で、後期白亜紀になってはじめて地域的差異が強く現れてくるとも述べている。

Rich and Vickers-Rich (2000) は、ビクトリア州で発見された恐竜が古生物地理学的に2つのグループに区分できるとした。そのひとつのグループはヒプシロフォドン類とアンキロサウルス類、獣脚類を含むもので、ジュラ紀の間に Gondwana 大陸東部の半島だったオーストラリア大陸にインド大陸または南極大陸を経由して恐竜が移住したとした。2つ目のグループはプロトケラトプス類、オルニトミモサウルス類、オビラプトロサウルス類を含むもので、これらはアジア地域の恐竜との類縁性が認められている。このこととこれらの化石が白亜紀最末期まで南アメリカから知られていないことから、Rich and Vickers-Rich (2000) は、Gondwana 大陸東部から分離したマイクロ大陸やテレーンが北へ移動し、東南アジアへ衝突・付加したときに島伝い (Island-hopping) にアジアへ移住したという考えを提案した。この移住方法では Gondwana 大陸東部から東南アジアへの一方通行の移住であるが、前述

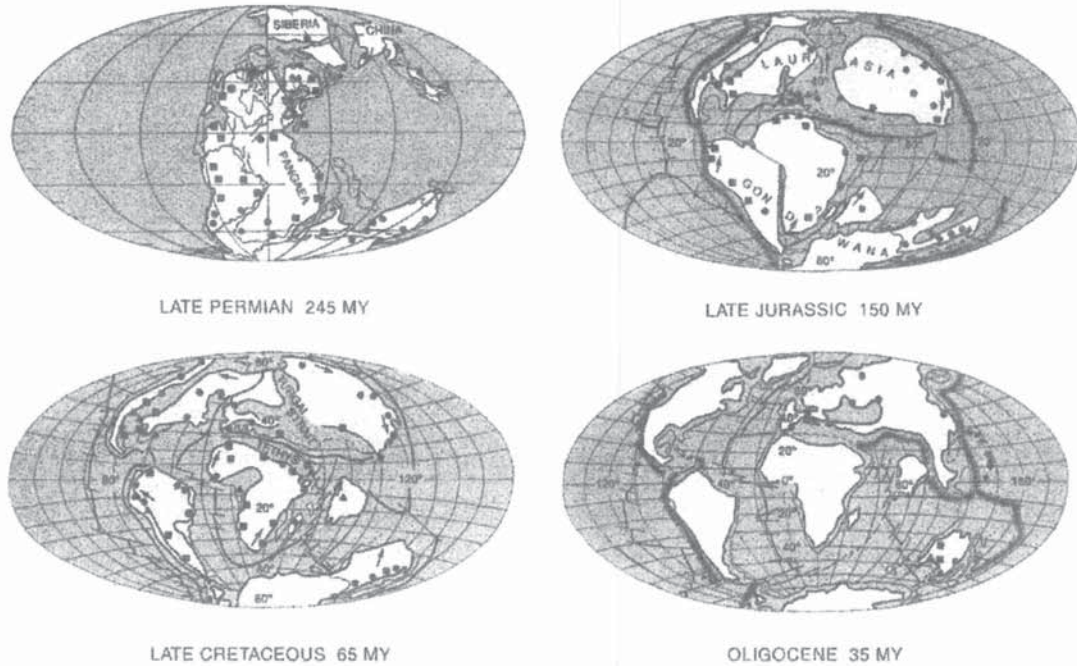


Fig. 7 Paleogeographic reconstructions of the Earth from the late Paleozoic to the mid-Cenozoic (A: Late Permian, B: Late Jurassic, C: Late Cretaceous, D: Mid-Cenozoic). Major divisions of the Earth's crust are shown: hatched lines represent trenches; heavy black lines, ridges; and light black lines, transform faults. Indicators of past climates are plotted on these maps: black squares are salt deposits indicating desert conditions; black triangles are reefs, today restricted to within 30° either side of the Equator, that is, the tropics; and black circles are coals, which from under humid conditions, usually in cool temperate to temperate latitudes. After Rich and P. Vickers-Rich (2000).

した中国遼寧省の白亜紀初期（Hauterivian階）からの原始的なプロトケラトプス類やオビラプトロサウルス類が発見されている（Xu et al., 2002a, 2002b）ことにより、これらの恐竜の移住についてはアジアからオーストラリアへの逆方向の経路を想定しなくてはならない。

また、中国遼寧省の白亜紀初期（Hauterivian階）から発見されたプロトケラトプス類やオビラプトロサウルス類がオーストラリア南東部へ移住したかまたは両地域の恐竜がなんらかの交流がもてたとすると、ビクトリア州で発見される恐竜化石の多くがフルグロテリウムを除き Aptian 期には固有種になっているため、オーストラリア南東部とアジア地域が交流をもてたのは Barremian 期以前までと考えられる。そして、Aptian 期から Albian 期にはビクトリア州は他の大陸およびオーストラリアの他地域との交流が困難かまたは孤立した地域になった可能性がある。

星野（1991）は、大陸移動の立場をとらず、大陸の位置は現在と同じであり白亜紀初期の海水準は現在の水深4500mの位置にあったとし、オーストラリア大陸と南極大陸の間にあるタスマニア島-South

Tasman Rise - Tasman Fracture Zone - Balleny Fracture Zone と続く隆起地形が南極大陸のRoss海に続いていることから、ジュラ紀後期から白亜紀初期にかけてオーストラリア大陸と南極大陸が陸続きであったとした（Fig.8）。さらに、星野（1991）はオーストラリア大陸とニューギニア地域との海底地形から、同時期にはニューギニア主部と Merauke Ridge の間にあるフライ低地が、ニューギニア地域とオーストラリア大陸との陸橋であり、白亜紀初期まではその陸橋が存在し白亜紀中期以降の海水準上昇によりその陸橋が沈水したとした。また、Frakes et al. (1987) はオーストラリア大陸の堆積層の分布より、ジュラ紀後期の Tithonian 期のオーストラリア大陸は現在よりも大陸面積が広く、南極大陸およびニューギニア地域とは陸続きであったと述べている。

これまで述べてきたように、オーストラリア大陸からは最近になって多くの恐竜化石が発見されてきたが、それらは産出する地質時代も限られ、産出する化石も断片的である。本項では、前期白亜紀におけるオーストラリア大陸の古地理やそこに生息していた恐竜がどこからどのように移住したかについて



Fig. 8 Submarine topography around Australia. Heavy black line shows coastal line, and light black lines show contour lines of 200m and 4000m in depth. The shadow area is the sea floor deeper than 4000m in depth.

の諸説をレビューしたが、オーストラリア南東部の下部白亜系から産出した恐竜化石の現在までの証拠だけから、中生代後期の古地理の復元や恐竜の移住について十分に討論することはできないと思われる。

しかし、ビクトリア州の恐竜とアジア地域および南極大陸の恐竜の間には類縁性が認められることから、ジュラ紀後期から白亜紀初期（Barremian期以前）にオーストラリア大陸とアジア地域、南極大陸の間に恐竜がなんらかの方法で交流できた経路があり、それ以後（Aptian期以後）オーストラリア

南東部は海域の拡大により孤立した可能性がある。

星野（1991）が示した移住経路についての仮説は、ビクトリア州の恐竜とアジア地域および南極大陸の恐竜とが類縁性をもつこととその後にビクトリア州が孤立することを説明するのに、それぞれの時代がほぼ一致することから興味深い。今後、オーストラリア南東部およびオーストラリア大陸全体で、さらに多くの恐竜化石と哺乳類化石の発見が行われ、オーストラリア大陸の古地理やこの大陸への生物の移住の経緯が明らかになることを期待したい。

まとめ

オーストラリア、ビクトリア州地域の下部白亜系、Strzelecki層群とOtway層群からは、これまでに“ヒプシロフォドン科”，アロサウルス上科，プロトケラトプス科，アンキロサウルス類，オルニトミムス類，ドロマエオサウルス科の恐竜化石が発見された。そして、これらはほぼすべてが固有種である。また、オーストラリアの他の地域から発見された同時代の恐竜と比較すると、ビクトリア州の恐竜は全般に小型であるという特徴が見られた。このことから、白亜紀前期のビクトリア州南部は他の地域との繋がりを持っておらず、孤立した地域であった可能性がある。

また、オーストラリア南東部より産出する恐竜化石には南極大陸およびアジア地域との類縁性を示すものがあり、ジュラ紀後期から白亜紀初期（Barremian期以前）にオーストラリア大陸とアジア地域、南極大陸の間に恐竜がなんらかの方法で交流できた経路があり、それ以後（Aptian期以後）にオーストラリア南東部は海域の拡大により孤立した可能性がある。

謝辞

モナッシュ大学サイエンスセンター館長の Patricia Vickers-Rich 氏と Dinosaur Dreaming の発掘現場指揮者 Lesley Kool 氏には、文献収集や本稿の作成に関して多大な御協力とご助言を頂いた。また、Dinosaur Dreaming のボランティアチームの Doris Seegets-Villiers 氏、Matthew Inglis 氏、山田健太郎氏、および東海大学海洋学部の佐藤 武教授にはご助言と激励を頂いた。本稿の Fig. 4 と 5 の恐竜のイメージについては、Dann Pigdon 氏の許可を受け、

Web site "DANN'S DINOSAURS" (<http://www.geocities.com/dannsdinosaurs/index.html>) の画像を利用させていただいた。以上の方々に感謝の意を表す。

引用文献

- Anderson, A., L. Kool, C. Hann and P. Vickers-Rich (2002) Dinosaur Dreaming Inverloch Victoria Australia. Monash University.
- Azuma, Y. and P. J. Currie (2000) A new carnosaur (Dinosauria: Theropoda) from the Lower Cretaceous of Japan. *Canadian Journal of Sciences*, **37**, 1735-1753.
- Constantine, A., A. Chinsamy, P. Vickers-Rich and T. H. Rich (1998) Periglacial environments and polar dinosaurs. *South African Journal of Science*, **94**, 137-141.
- Currie, P. J., P. Vickers-Rich and T. H. Rich (1996) Possible Oviraptorosaur (Theropoda, Dinosauria) specimens from the Early Cretaceous Otway Group of Dinosaur Cove, Australia. *Alcheringa*, **20**, 73-79.
- Dettmann, M. E. (1986) Early Cretaceous palynoflora of subsurface strata correlative with the Koonwarra fossil bed, Victoria. 79-110, In Jell, P. A. and J. Roberts eds. : Plants and invertebrates from lower Cretaceous Koonwarra fossil bed, south Gippsland, Victoria. Association of Australian Paleontologist Memoir, **3**.
- Donnan, K. (1994) The newest fossil facts and faces. *ジュラ紀のエルヴィス・プレスリー*. 59-65, *恐竜学最前線*, **5**, 株式会社学習研究社, 東京, 130p.
- ドットソン, ピーター (1995) The Dinosaur Report 恐竜生理学への鍵: 骨の微細構造. 126-127, *恐竜学最前線*, **9**, 学習研究社, 東京, 130p.
- Douglas, J. G. (1969) The Mesozoic floras of Victoria, Part 1 and 2. *Memoir of Geological Survey of Victoria*, **28**.
- Douglas, J. G. (1973) The Mesozoic floras of Victoria, Part 3. *Memoir of Geological Survey of Victoria*, **29**.
- Douglas, J. G., C. Abele, S. Benedek, M. E. Dettmann, P. R. Kenley and C. R. Lawrence (1976) Mesozoic. 143-176, In Douglas, J. G. and J. A. Ferguson eds. : *Geology of Victoria. Special Publication of Geological Society of Australia*, **5**.
- Drinnan, B. N., and T. C. Chambers (1986) Flora of the lower Koonwarra fossil bed (Korumburra Group), south Gippsland, Victoria. 1-77, In Jell, P. A. and J. Roberts eds. : *Plants and invertebrates from lower Cretaceous Koonwarra fossil bed, south Gippsland, Victoria. Association of Australian Paleontologist Memoir*, **3**.
- 遠藤秀紀 (2002) 哺乳類の進化. 東京大学出版会, 東京, 383p.
- Frakes, L. A., D. Burger, M. Apthorpe, J. Wiseman, M. Dettmann, N. Alley, R. Flint, D. Gravestock, N. Ludbrook, J. Backhouse, S. Skwarko, V. Scheibnerova, A. McMinn, P. S. Moor, B. R. Bolton, J. G. Douglas, R. Christ, M. Wade, R. E. Molnar, B. McGowean, B. E. Balme and R. A. Day (Australian Cretaceous Palaeoenvironments Group) (1987) Australian Cretaceous shorelines, stage by stage. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **59**, 31-48.
- 福井県立恐竜博物館 (2003) オーロラをみた恐竜たち—北極・南極圏の恐竜とアジアのなかまたち—, 福井県立恐竜博物館, 72p.
- Gregory, R. T., C. B. Douthitt, I. R. Duddy, P. V. Rich and T. H. Rich (1989) Oxygen isotopic composition of carbonate concretions from the Lower Cretaceous of Victoria, Australia: implications for the evolution of meteoric waters on the Australian continent in a paleopolar environment. *Earth and Planetary Science Letters*, **92**, 27-42.
- Hammer, W. R. (1994) 南極, ジュラ紀の恐竜発見記. 4-19, *恐竜学最前線*, **3**, 学習研究社, 東京, 130p.
- Hammer, W. R. and W. J. Hickerson (1994) A crested theropod dinosaur from Antarctica. *Science*, **264**, 828-830.

- 星野通平 (1991) 玄武岩時代. 東海大学出版会, 東京, 456p.
- 伊佐治鎮司 (2000) 桑島化石壁の地質概要. 14-16, 松岡廣繁編: 石川県白峰村桑島化石壁の古生物-下部白亜系手取層群桑島層の化石群-, 石川県白峰村教育委員会, 278p.
- Jupp, R. and A. A. Warren (1986) The mandibles of the Triassic temnospondyli amphibians. *Alcheringa*, **10**, 99-124.
- Kool, L. (2004) Field Report. 1-4, Dinosaur Dreaming 2004 Field Report, Monash University, 16p.
- 真鍋 真・バレット, ポール (2000) 手取層群桑島層の恐竜化石. 93-98, 松岡廣繁編: 石川県白峰村桑島化石壁の古生物-下部白亜系手取層群桑島層の化石群-, 石川県白峰村教育委員会, 278p.
- Molnar, R. E. (1980) Australian late Mesozoic terrestrial tetrapods: some implications. *Memoires de la Societe Geologique de France*. Paris, NS, **59**, 131-143.
- Molnar, R. E., T. F. Flannery and T. H. V. Rich (1981) An allosaurid theropod from Early Cretaceous of Victoria, Australia. *Alcheringa*, **5**, 141-146.
- Molnar, R. E., T. F. Flannery and T. H. V. Rich (1985) Aussie Allosaurus after all. *Journal of Paleontology*, **59**, 1511-1513.
- 西 弘嗣 (2000) 無氷河時代 (白亜紀) の気候と生物の絶滅. 月刊地球/号外, **29**, 189-199.
- O'Neill, G. (1993) Gondwana Park : New Beginnings. *Time*, August 9, 49-55.
- Parrish, J. T., R. A. Spicer, J. G. Douglas, T. H. Rich and P. Vickers-Rich (1991) Continental climate near the Albian South Pole and comparison with climate the North Pole. *Geological Society of America, Abstracts with Programs* **23**: A302 (abstract) .
- Reid, R. E. H. (1997a) How dinosaurs grew. 403-413, In Faelow, J. O. and M. K. Brett-Surman eds., : *The Complete Dinosaur*, Indiana University Press, Bloomington & Indianapolis, 752p.
- Reid, R. E. H. (1997b) Dinosaurian physiology: The case for "Intermediate" dinosaurs. 449-473, In Faelow, J. O. and M. K. Brett-Surman eds., : *The Complete Dinosaur*, Indiana University Press, Bloomington & Indianapolis, 752p.
- Rich, P. V., T. H. Rich, B. E. Wagstaff, J. McEwen-Mason, C. B. Douthuitt, R. T. Gregory, E. A. Felton (1988) Evidence for low temperatures and biologic diversity in Cretaceous high latitudes of Australia. *Science*, **242**, 1403-1406.
- Rich, T. H. (1996) Significance of polar dinosaurs in Gondwana. *Memoirs of the Queensland Museum*, **39**, 711-717.
- Rich, T. H. and P. V. Rich (1989) Polar dinosaurs and biotas of the Early Cretaceous of southeastern Australia. *National Geographic Research*, **5**, 15-53.
- Rich, T. H., P. V. Rich, B. Wagstaff, J. McEwen-Mason, C. B. Douthuitt and R. T. Gregory (1989) Early Cretaceous biota from the northern side of the Australo-Antarctic rift valley. *Origins and Evolution of the Antarctic Biota*, *Geological Society Special Publication*, **47**, 121-130.
- Rich, T. H. and P. Vickers-Rich (1994) Neoceratopsians and Ornithomimosaur: Dinosaur of Gondwana origin? *National Geographic Research and Exploration*, **10**, 129-131.
- Rich, T. H. and P. Vickers-Rich (1999) The hypsilophodontidae from southeastern Australia. *National Science Museum Monographs*, Tokyo, **15**, 167-180.
- Rich, T. H. and P. Vickers-Rich (2000) *Dinosaurs of darkness*. Allen & Unwin, NSW, Australia, 222p.
- Rich, T. H. and P. Vickers-Rich (2003a) A century of Australian dinosaurs, Queen Victoria Museum and Art Gallery and Monash Science Center, Monash University, 124p.
- Rich, T. H. and P. Vickers-Rich (2003b) Protoceratopsian? Ulnae from Australia. *Records of Queen Victoria museum*, **113**, 1-12
- Rich, T. H., P. Vickers-Rich, A. Constantine, T. F. Flannery, L. Kool, N.V. Klaveren (1997)

- A tribosphenic mammal from the Mesozoic of Australia. *Science*, **278**, 1438-1442.
- Veevers, J. J. (1986) Breakup of Australia and Antarctica estimated as mid-Cretaceous (95 ± 5 Ma) from magnetic and seismic data at the continental margin. *Earth and Planetary Science Letters*, **77**, 91-99.
- Vickers-Rich, P. (1996) Early Cretaceous polar tetrapods from the great southern rift valley, southeastern Australia. *Memoirs of Queensland museum*, **39**, 719-723.
- ヴィッカーズ=リッチ, P.・リッチ, T. H. (1993) 南極圏の恐竜. *日経サイエンス*, 9月号, 46-54.
- Von Huene, F. (1932) Die fossile reptil-Ordnung Saurischia, ihre Entwicklung und Geschichte. *Monographie Geologie und Palaontologie*, **4**; i-viii, 1-361.
- Wagstaff B. and J. McEwen-Mason, (1989) Palynological dating of some Lower Cretaceous coastal vertebrate fossil localities in Victoria, Australia. *National Geographic Research*, **5**, 54-63.
- Warren, J. W. (1969) A fossil chelonian of probable lower Cretaceous age from Victoria, Australia. *Memoirs of National Museum of Victoria*, **29**, 23-28.
- Welles, S. P. (1983) Allosaurus (Saurischia, Theropoda) not yet in Australia. *Journal of Paleontology*, **57**, 196.
- Woodward, A. S. (1906) 'On tooth of Ceratodus and a dinosaur claw from the Lower Jurassic of Victoria, Australia', *Annals and Magazine of Natural History*, **18**, 1-3. Reprinted in 1907 in *Records of the Geological Survey of Victoria*, **2**, 135-137.
- Xu, X., P. J. Makovicky, X.-L. Wang, M. A. Norell and H.-L. You (2002a) A Ceratopsian dinosaur from China and the early evolution of Ceratopsia. *Nature*, **416**, 315-317.
- Xu, X., Y.-N. Chang, X.-L. Wang and C.-H. Chang (2002b) An unusual Oviraptorosaurian dinosaur from China. *Nature*, **419**, 291-293.

引用したWeb Site

DANN'S DINOSAURS : <http://www.geocities.com/dannsdinosaurs/index.html>