

[特集・原著]

佐賀県唐津市肥前町下部中新統産の四趾性大型哺乳類の足跡化石

犬塚則久*・澤村 寛**・河野重範***・河野隆重****

Fossil footprints of a large tetradactyl mammal from the Lower Miocene
in Hizen-cho, Karatsu city, Saga Prefecture, western Japan

INUZUKA, Norihisa*, SAWAMURA, Hiroshi**, KAWANO, Shigenori*** and KAWANO, Takashige****

Abstract

A large number of ichnofossils have been found in the geological section, corresponding to the Nojima Group of the Lower Miocene, in Hizen-cho, Karatsu city, northern Kyushu, Japan. These footprints seem to be of a large tetradactyl mammal not previously reported in Japan. Fossil footprints of elephants, rhinoceroses, crocodiles, birds, and artiodactyls such as deer are also present on the bedding plane of the same horizon. The footprints reported herein are wider than long, with four toes that are nearly symmetrical, while the track is characterized by an extremely short stride and wide tread. Judging from the size and shape of the footprints and tracks, the trackmaker would probably be a desmostylian or a tetradactyl nonruminant artiodactyl.

Key words: artiodactyl, desmostylian, footprint, Japan, Lower Miocene, tetradactyl

1. まえがき

古生物学はふつう出土した化石の記載に始まる。古足跡学も足跡化石を記載することから研究が始まり足跡化石から印跡動物を推定するのが常道である。じつさい長鼻類やシカ類など現存する動物の足跡なら化石の形状を比較することで容易にその仲間を同定することができる。しかしながら東柱類のように遠い過去に絶滅していて類縁も生き残っていない動物となると、仮に *Desmostylus* の足跡化石らしきものが見つかった

としても初めから比較標本がないので同定のしようがない。そこで発想を転換して見つかっている足の骨から足の裏、つまり足跡の形を想定することを考えてみた。

Inuzuka (1997) は *Desmostylus hesperus* の歌登標本の復元骨格をもとに歩長と左右の手と足の間隔を算出した。また、腿示数、肢骨の節間の比率、中手骨と指骨の幅厚比を現生哺乳類各種のものと比較して *Desmostylus* の手の形は現生のカバに最も近いと推定

2008年8月18日受付, 2008年11月25日受理

*東京大学大学院医学系研究科細胞生物学・解剖学講座

Department of Cell Biology and Anatomy, University of Tokyo, Graduate School of Medicine, 7-3-1 Hongo, Tokyo, 113-0033 Japan

E-mail: inuzuka@m.u-tokyo.ac.jp

**足寄動物化石博物館

Ashoro Museum of Paleontology, 1-29-25 Konan, Ashoro-cho, Ashoro-gun, Hokkaido, 089-3727 Japan

E-mail: saw@museum.ashoro.hokkaido.jp

***島根大学大学院総合理工学研究科

Graduate School of Science and Engineering, Shimane University, 1060 Nishikawazu-cho, Matsue city, Shimane, 690-8504 Japan

E-mail: s059702@matsu.shimane-u.ac.jp

****河野技術調査

Kawano Technical Survey Inc, 155-5 Tomioka, Takeo-cho, Takeo city, Saga, 843-0024 Japan

した。そこで *Desmostylus* の手と足の骨格にカバのような肉付けをして足印の輪郭を想定した。Inuzuka (1997) の論文誌上にその前後の足印をふくむ *Desmostylus* の想定行跡図を掲げることにより第三紀層を調査する人々の注意を喚起した。はたして数年後には樽 創と加藤敬史より西九州から四趾性の大型哺乳類の足跡化石の情報がもたらされた。

いっぽう九州北西部の海岸周辺は従来海成漸新統の佐世保層群が分布するとされていたが、著者のひとり河野隆重はここから淡水貝化石を発見して、淡水成下部中新統の野島層群相当層が分布することを指摘した(近藤・河野, 1998), さらに、河野 (2003) は鍵層の検討からその層序関係や堆積環境について考察を行った。また、この佐賀県北西部の唐津市肥前町星賀の海岸から多数の脊椎動物の足跡化石を発見した。ふだんこの地層は海面下にあって露出していないためこれまで十分な調査がなされてこなかった。肥前町から産出した足跡化石にはゾウ, サイ, シカ, 偶蹄類, ワニ, 鳥類がふくまれる。

足跡化石のなかには現生種に該当するものがない四趾性の大型哺乳類と思われるものがふくまれている。その大きさと形状、とくに個々の足印と幅広い行跡に

は、著者のひとり犬塚がかつて東柱目の足跡化石に想定したもの (Inuzuka, 1997) と類似した点が認められる。そこで本論ではこの足印と行跡化石を報告する。

このほか野島層群からはスッポンやワニの歯など多種類の脊椎動物化石を産出している。足跡化石の大きさと産出年代からみて長鼻類は *Gomphotherium* で、サイはカニサイ *Teleoceras* と思われる。前期中新世にはまだ日本海が開いておらず、この年代の齧歯類が大陸のものと関連が深いことが Kato and Otsuka (1995) によって報告されている。

四趾性大型哺乳類の足跡化石の情報をもたらしにくれた神奈川県立生命の星・地球博物館の樽 創氏と倉敷芸術科学大学の加藤敬史氏、および論文を査読いただいた野尻湖ナウマンゾウ博物館の近藤洋一博士と滋賀県立琵琶湖博物館の高橋啓一博士に厚くお礼申し上げる。

2. 地質概説

野島層群は漸新統佐世保層群を不整合に覆い、約30 km 南西の佐世保市北部の海岸を模式地とする (図 1)。模式地周辺ではその多くが河川～湖沼成堆積物

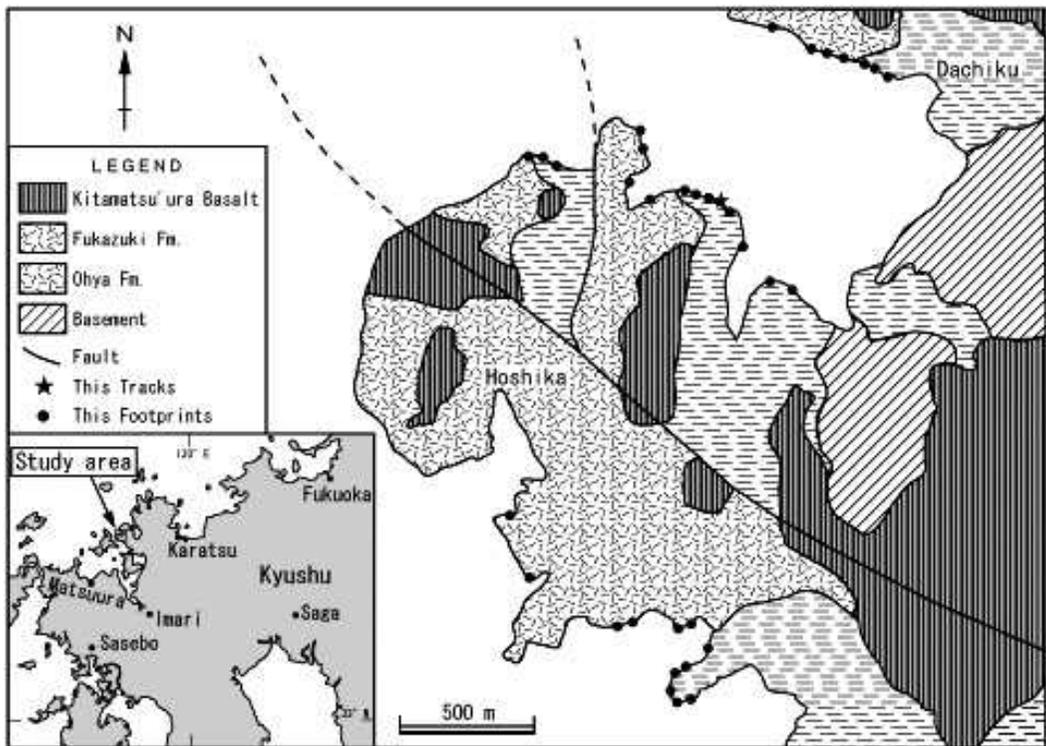


図 1 足跡化石の産地と地質図

Fig. 1 Geological map with locality of ichnofossils

表1 化石産出地付近の野島層群の層序
Table 1 Stratigraphy of the Nojima Group near the locality
★印は星賀海岸の行跡化石産出層準

AGE	STRATIGRAPHY	F. T. AGE (Ma)	FOSSILS
LATE MIO	Kitamatsu'ura Basalt		
EARLY MIOCENE	Nojima Group Fukazuki Formation	18.5±2.3 18.9±2.9	This mammal's footprints ★ ← Non-marine fossil
	Ohya Formation		
LATE OLIGOCENE	Sasebo Group Yunoki Formation Upper member	28.3±2.7 28.1±2.8	
	Lower member		← Marine fossil
	Nakazato Formation		

で、一部に浅海性の堆積物を伴うことが知られている(小松原ほか, 2003)。河野(2003)によると、足跡産地周辺でも河川～湖沼成の堆積環境が認められ、明らかに異なる特徴を持つ4枚の鍵層を伴う。4枚の鍵層のうちT-1と呼ばれる鍵層は模式地周辺においても確認でき、層序を検討する上で良い手がかりとなる。

足跡産地周辺ではT-1を境とし、下位を大屋層、上位を深月層に区分できる(表1)。大屋層ではよく成層した泥岩卓越の砂岩泥岩互層が発達している。砂岩層は極細粒砂ないし細粒砂からなり、クライミングリップル葉理やカレントリップル葉理が認められる。また大型四足動物の足跡化石を多産することから氾濫原の堆積物と解釈される。深月層はT-1直上ではまだ氾濫原の堆積環境を示すものの、その上位では波浪堆積構造を伴う砂岩卓越の砂岩泥岩互層へと漸移する

ことから、プロデルタからデルタフロントへと堆積環境が変化したことを示す。

3. 方法

行跡の正確な位置関係は、現地の岩盤上に農業用の透明の厚さ0.5mmの大型ビニールシートを敷き、油性ペンで足跡の輪郭をトレースすることで記録する。方位とスケールも同時に記録する。この方法は林原自然科学博物館の石垣 忍がモロッコで恐竜の足跡化石を記録するために用いたものである。日本では1988年秋に琵琶湖の近くの野洲川でアケボノゾウヤシカの足跡を記録する時に初めて用いられた。作業中に結露して足跡が見えなくなないように敷設前に全面に防湿スプレーを塗布し、乾燥させた。

このビニールシート法では個々の足印のなかの等深線は概略である。そこで足印のひとつをシリコンゴムによって型どりし、ポリエステル製のレプリカを作成することで保存した。このレプリカに5mmおきに色水を入れ、写真を重ねて足印の正確な等深線図を作成した。そのほか足印長と足印幅の計測、方位はそれぞれ化石から直接データをとっている。

4. 足跡化石の特徴

行跡が産出した肥前町星賀の海岸に分布する大屋層相当層は砂岩層からなり、走向はN60°Eで北に約10°傾斜している。図2は層理面上の足跡化石全体を上から見たところで、スケールは1メートルである。大潮の干潮時だけ潮が引いた直後には潮だまりとなるため20個ほどの浅い足印が周囲の層理面から区別できる。ただし、ふだんは海面下にあるため足跡化石は波食の影響できわめて保存が悪く、足印壁は傾斜して足印口の輪郭は不鮮明である。

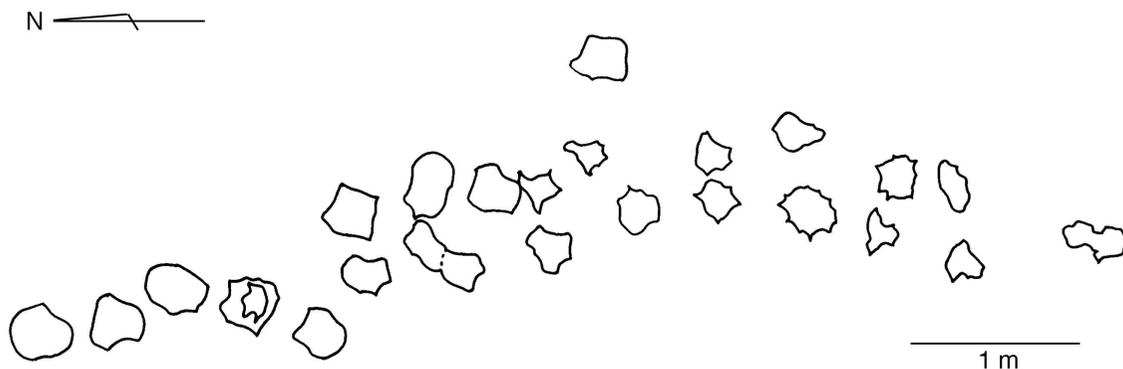


図2 星賀海岸での行跡全体の配置
Fig. 2 Distribution of the tracks in Hoshiga seashore
→は図5、6の二重足印

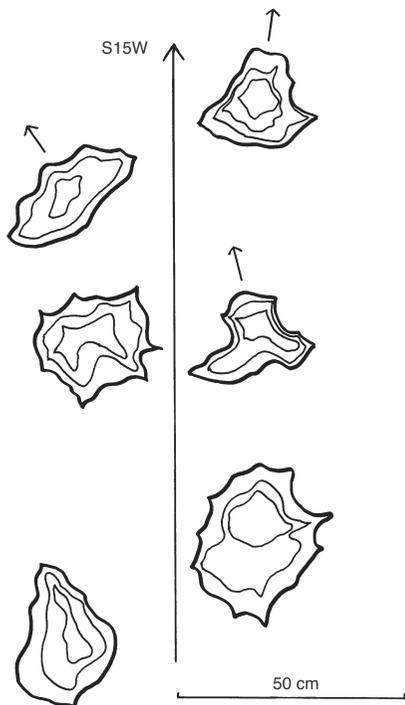


図3 6個の足印からなる行跡の拡大
Fig. 3 Close-up of a track composed by six footprints

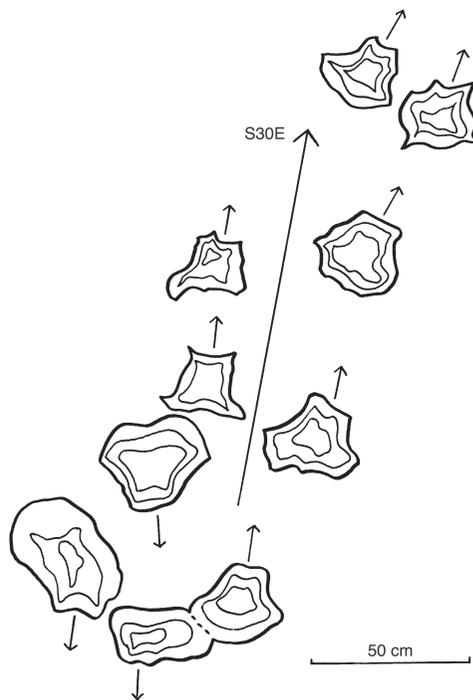


図4 7個の足印からなる行跡の拡大
Fig. 4 Close-up of a track composed by seven footprints

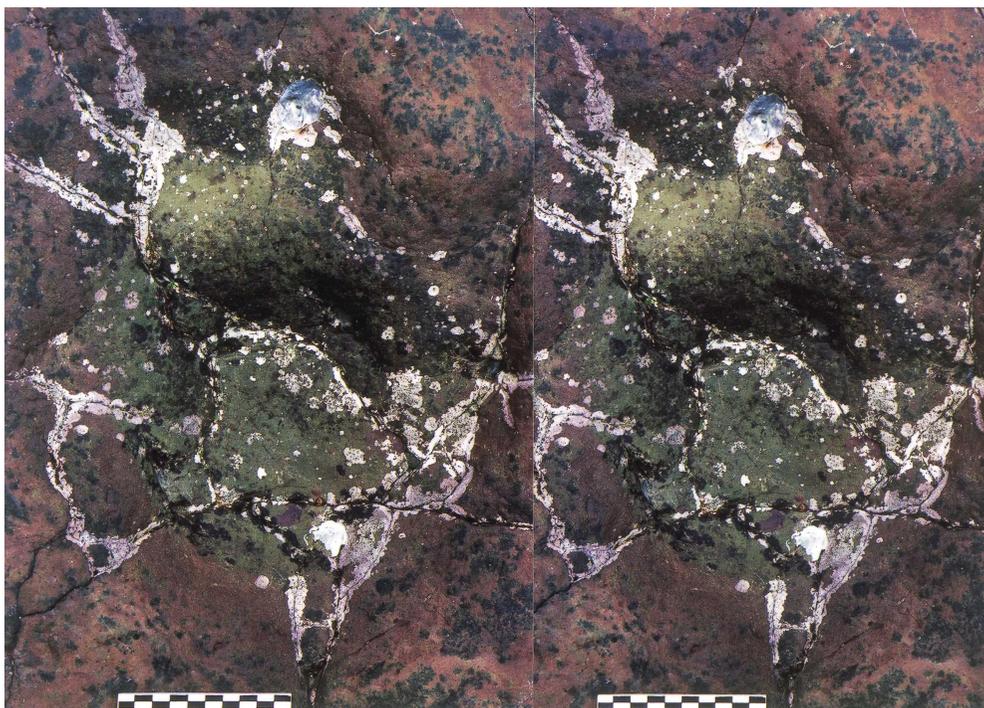


図5 二重足印の立体写真
Fig. 5 Stereogram of a duplicate footprint

いくつかの足印は向きがそろい、ほぼ一定の間隔で並んでいる点から行跡と判断できる。ただし各足印の保存状態がまちまちなため、前後の足印の区別はつかず、単歩長や複歩長は識別できない。足印長はおよそ10cmから24cmまで、足印幅はおよそ18cmから30cmまであり、かなり変異がある。6個の足印の記録で前の向きがわかる前の3足印からS15°Wの方向の行跡が推定できる(図3)。これらの行跡は歩長がきわめて短く、行跡幅が広い点に特徴がある。例えば左右の行跡幅は前から660mm, 556mm, 592mmある。もう少し手前にあるS30°Eの方向の行跡には7個の足印をふくむ(図4)。こちらの左右の行跡幅は前から506mm, 533mm, 657mmある。途中で向きを変えて先の行跡に続くのかも知れない。近くには逆向きの行跡もみられる。北側の数個は大型で指の突起が識別できず、行跡幅も狭く、長鼻類によるものかもしれない。

足印の形は4方向に突起がある多角形ないし円形で、指の突起のある側が前と判断できる。4本の指はほぼ対称で、なかの2本が前向きで、外の2本はかなり大きな角で開く。足印の長さに比べて幅の大きいのが特徴である。ただし保存が悪いため、前足印と後足印の区別はつかず、歩角も計測できない。

足印のなかには2つが重なっており、中にひとまわり小さい足印が残っているものがある(図5)。この足印を型どりし、レプリカをもとに等深線図を作成した(図6)。2つの足印は前後の足印の可能性もあるが、大きさが違いすぎるので別個体によるものかもしれない。図の中に見られる鋭い突出は母岩の割れ目によるものである。

肥前町西部の海岸一帯からは単離した、つまり凸型の足印化石も多数採取されている。大型のものでは足印長が約26cmで足印幅が約36cmある(図7)。小さいものは足印長が約24cm, 足印幅が約30cmある。中の指2本の角度が広いものとほぼ平行なものがある。4本の指が区別でき、足印幅が広い点から星賀海岸の行跡の印跡動物と同種のものと考えられる。指の突起の側面には蹄による細かい擦痕が認められる化石もある(図8)。このことから足印がアンダープリントではなく動物の足の大きさをほぼそのまま示していることがわかる。

野島層群の模式地に近い小佐々町の同層準の海岸にも同じ動物の足跡化石が見られる。肥前町と同様、層理面に残された足跡のくぼみと、くぼみにたまった堆積物のほうが支持基体よりも侵食に耐え、凸型の足印化石となったものの両タイプがある。

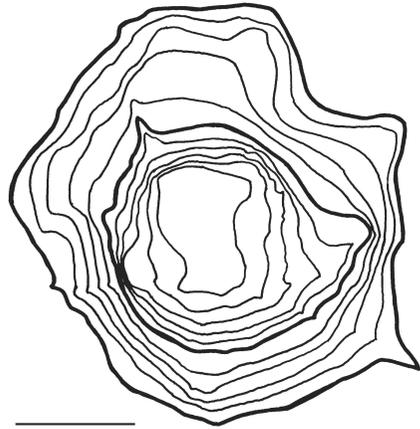


図6 二重足印の等深線図

Fig. 6 Contour line figure of a duplicate footprint. Scale shows 10cm.



図7 大型の凸型足印 スケールは15cm

Fig. 7 A large convex fossil footprint. Scale shows about 15cm.

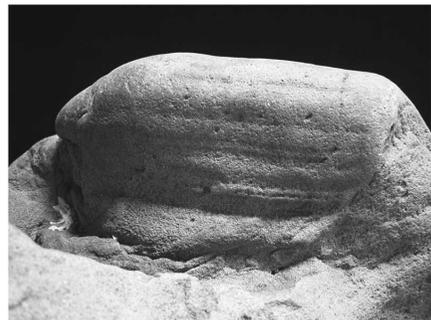


図8 蹄の痕の残る足印化石

Fig. 8 A fossil footprint with a toe process preserved hoof scurs

5. 考察

足印の大きさからこの印跡動物は大型有蹄類で、4本趾という形状からは東柱類か偶蹄類が考えられる。足印のレプリカに若い *Desmostylus hesperus* の歌登標本の骨を重ねてみたところ手の形とは足印長、足印幅、各指印角がほぼ一致する。個々の足印では重量型偶蹄類のカバやコビトカバの形に近いが、行跡幅が広く歩長が短い点は偶蹄類よりも側方型の東柱類に類似する。

Inuzuka (1997) に掲げられた *Desmostylus hesperus* の気屯および歌登標本の足跡想定値によると、複歩長に対する行跡幅の比は気屯標本では944mm 対1452mm で1.53、歌登標本では665mm 対975mm で1.47であり、*Desmostylus* の行跡幅は複歩長の約1.5倍あることになる。現生の大型有蹄類はいずれも下方型の体肢をもつため、決して行跡幅が複歩長よりも大きくなることはない。図3や図4に示すようにこの行跡も行跡幅が歩長よりも大きいので、同一個体の足跡だとすれば偶蹄類の可能性は低くなる。この印跡動物が東柱類だとすると前期中新世の西九州という時空分布からみて *Desmostylus* よりも暖流に適応した *Paleoparadoxia* の可能性のほうが高くなる。

いっぽう個々の足印化石をみると同種の化石と見られるものの中には中の2本つまり第3指と第4指のなす角が異なるものがある。現生の偶蹄類では同じ動物でも底質によってこの2本の指の角が異なるものがある点からみて、この印跡動物は四趾性の非反芻偶蹄類の可能性もある。

非反芻偶蹄類つまり猪豚豚目は6上科に分類されている。このうちディコブネ上科は始新世、アノプロテリウム上科はヨーロッパ、オレオドン上科は北米に限られ、アジアの前期中新世となるとイノシシ科、炭獣科、エンテロドン科の3つに絞られる。エンテロドン科は二趾性でヤギユウ並の体格である。炭獣類は四趾性だが、ふつうは現生のイノシシのように側蹄が小さく、高い位置についている。いっぽう同じ四趾性でも重量型のオレオドン科では現生のコビトカバのように側蹄が大きく、主蹄とならんでいる。以上の点から肥前町の足跡の印跡動物はこのタイプの足をもった重量型の炭獣類の可能性もある。

炭獣類のなかでもう少し候補を絞ると、中国江蘇（ジャンスー）省の徐州と南京の間にある泗洪（スーホン）の中新統産の *Sihongootherium*（劉・張、1993）が考えられる。この動物の歯は佐世保からも出ている *Brachyodus japonicus*（徳永、1925）より3割ほど大

きいので他の炭獣類よりも重量適応が進んでいたはずである。山口県の漸新統からも大型の炭獣類 *Brachyodus* の頭蓋と環椎が報告されている（岡崎、2003）。ただし岡崎（2003）によると、この頭骨の全長は40cmほどで北西部九州の足跡化石の印跡動物とは別の小型種の可能性が高いという。

6. まとめ

北九州唐津市肥前町の下部中新統野島層群相当層より多数の足跡化石が産出する。この足跡化石は4本趾がある大型哺乳類のものと考えられるが、これまで報告のない独特なものであるここに記載した。同じ層準の地層からはゾウ、サイ、シカなどの偶蹄類、ワニ、鳥の足跡化石も産出している。この動物の足印は長さのわりに幅広く、4本の趾は対称的である。行跡は歩長がきわめて短く、行跡幅が広い特徴がある。印跡動物は足印の大きさと形からみれば四趾性の非反芻偶蹄目、行跡の特徴からみると東柱目で、産出年代からは *Paleoparadoxia* の可能性がある。

引用文献

- Inuzuka, N. (1997) Fossil footprints of desmostylians predicted from a restored skeleton. *Ichnos* **5**, 163-166.
- Kato, T. and Otsuka, H. (1995) Discovery of the Oligo-Miocene rodents from West Japan and their geological and paleontological significance. *Vertebrate Palasiatica* **33**, 315-329.
- 河野重範 (2003) 北西九州、日比水道周辺における野島層群相当層の分布。日本地質学会第110年学術大会講演要旨, 80.
- 小松原純子・廣木義久・松本 良 (2003) 堆積相と総有機炭素・総硫黄含有量からみた下部中新統野島層群の堆積環境。地質雑 **109**, 20-29.
- 近藤 寛・河野隆重 (1998) 佐賀県肥前町から野島層群 (中新世) の発見。日本地質学会第105年学術大会講演要旨, 5.
- 劉冠邦・張承貨 (1993) 江蘇泗洪発現的石炭獣。古脊椎動物学報 **31** (2), 110-116.
- 岡崎美彦 (2003) 山口県肥中鍋島から産した漸新世ブラキオダス化石。 *Bull. Kitakyushu Mus. Nat. Hist. Human Hist.*, Ser. A **1**, 9-12.
- 徳永重康 (1925) 佐世保伊万里炭田とその地質時代。地学雑誌 **37**, 557-567.