

兵庫県豊岡市中村から産出した哺乳類足跡化石と北但地域の前期中新統層序

安野 敏勝*

Mammalian footprint fossils from Nakamura, Toyooka City, Hyogo Prefecture, Japan

Toshikatsu YASUNO*

(要旨) 豊岡市中村南部で、竹野川支流の山椒川河床の砂岩層から、長鼻類と偶蹄類の足跡化石が産出した。調査の結果、化石を産出した堆積岩層は、前期中新世の北但層群八鹿層香住砂岩泥岩部層(安野, 2005)に対比されることが明らかになった。北但地域における哺乳類足跡化石の産出は、香美町香住海岸、豊岡市竹野町猫崎海岸、内陸部の香美町村岡地域に次ぐもので、これらの分布範囲は約200平方キロメートルの地域におよんでいる。北但地域から産出した哺乳類足跡化石など含む化石群集は、今後日本海拡大初期の大型哺乳類を含む動物群集の組成や分布などを検討する上で有意義である。

キーワード：哺乳類足跡化石、八鹿層、前期中新世、北但地域、兵庫県

1 はじめに

長鼻類を含む哺乳類足跡化石が兵庫県豊岡市中村地区の山椒川河床の北但層群から産出した。化石産地はわずか1地点であるが、香美町香住海岸(安野, 2003;香住町教育委員会, 2005)、豊岡市竹野海岸(安野, 2005a)および内陸部の香美町村岡地域(安野, 2006)に次いで4地域目の化石産地となり、北但層群では哺乳類足跡化石がより広い範囲から産出することが明らかになった。その分布地域はおよそ200km²におよび、我が国の中新世において哺乳類足跡化石がこのように濃集する地域は他に類を見ない。

本論文の化石の産出によって、共通に哺乳類足跡化石を包含する堆積岩層は、いずれも北但層群下部の八鹿層香住砂岩泥岩部層(安野, 2005a)に属することが明らかになった。以前にも述べたが、北但地域の前期中新統から産出する化石群集の組成やその分布などは、日本海拡大初期の地史を考察するのに貴重な古生物学的な証拠となる。

2 化石産地・化石産地付近の地質概説

化石産地は、竹野海岸にそそぐ竹野川支流の山椒川上流部に位置する豊岡市中村南部の河床で、礫岩層を夾在する砂岩層から産出した(図1, 図版1-A)。南北方向にのびる山椒川・竹野川に沿って海岸に至るルートは、この地域の北但層群下部の層序と岩相を観察す

るのに適したルートの一つである。化石を含む堆積岩層は八鹿層香住砂岩泥岩部層に属する。化石産地から南方(上流部)の豊岡市床瀬の中央部には、薄い凝灰岩層を夾む上位層準の砂岩泥岩互層が山椒川沿いに小分布する。この互層は、床瀬の東部や南部で、今子デイスイト部層上部の流紋岩およびその火砕岩類に非整合に覆われており、この西方の三原に至る林道沿いでも同様の関係が認められる。この流紋岩類からなる岩相は、池辺(1963)による河江流紋岩に相当するもので、この東方の豊岡市辻地域にかけて発達し、急激に増大するが、西方の香美町村岡地域に近づくにつれて尖滅的に減厚し、分布も断続的となる。床瀬南部の山腹高所で、流紋岩類は不整合関係で豊岡層の礫岩層を伴う砂岩泥岩層に覆われる。床瀬地域の山椒川河床には直立樹幹化石が存在し、川岸に露出する砂岩泥岩層に由来した転石から以下の葉体化石が産出した。

Salix sp.

Parrotia ? sp.

Populus sp.

Viticeae gen. et sp. indet.

Alnus sp. (花序)

Podogonium kunorri Heer.

Paceae gen. et sp. indet.

足跡化石を含む香住砂岩泥岩部層は、今子デイスイト部層と同時異相の関係にあり(安野, 2005a,b;安野・松岡, 2007)、山椒川沿いでも化石産地のすぐ下流域から豊岡市森本の北方にかけての一带には、八鹿層今

* 福井県立高志高等学校 〒910-0854 福井市御幸2丁目25番8号

* Fukui Senior High School 2-25-8 Miyuki, Fukui City, Fukiu 910-0854, Japan

子デイサイト部層下部を構成する。デイサイト溶岩を夾む火山円礫岩層および凝灰岩層が分布している。この関係はこの西方の三原に近い林道でも確認できる。火山円礫岩は、基盤岩類やデイサイトなどからなる淘汰の悪い円礫～亜角礫を含み、マトリックスはとても凝灰岩質で、一般に強く膠結している。

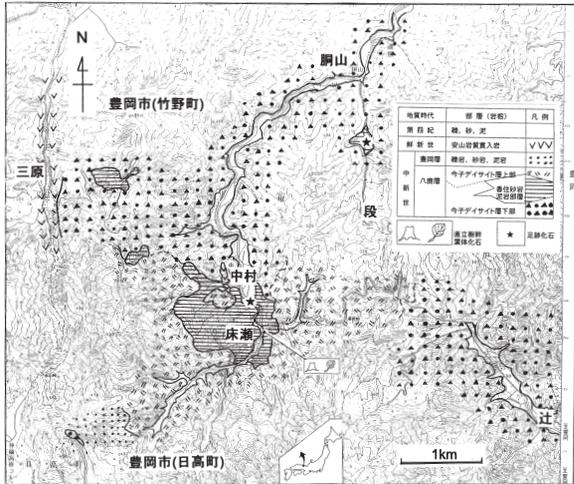


図1 化石産地および地質概略図
国土地理院発行の1/25,000地形図「神鍋山」の一部使用。

3 足跡化石

中村南部から産出した足跡化石は、長鼻類と見られるものが5個体程、偶蹄類のものが10個余りであり、北但地域の他の化石産地に比べると全く少数である。この原因の一つは、化石産出地点の分布域と層準の広がりとの差に起因すると考えられる。つまり、中村南部では1地点のしかも限られた範囲であるが(図版1-A)、前述の香住海岸(安野, 2003; 香美町教育委員会, 2005)では4km、竹野海岸(安野, 2005b)では1km、村岡地域(安野, 2006)では矢田川・湯舟川河床2kmの範囲から化石が産出している。本化石産地は冠水することが多く、観察には適当であるとはいえない。これまでの調査から、北但地域の前期中新統の堆積岩層の層序対比において、哺乳類足跡化石は示準的な指標となりうるようになってきた。

長鼻類足跡化石: 化石は、山椒川右岸側の河床で、礫岩層を夾む砂岩層が幅3mほど露出した部分から2007年5月初旬に発見された。このとき確認できた足跡は2個体で、1個体は侵食の進んだアンダープリントがわずかに存在するのみだった(図版1-A)。他にこれより小型の足跡らしきものが1個体存在した(図2-Mf)。保存状態が良好な足跡1個体は、ほぼ同所を踏んだ重複痕で、その全体の外形は炭質泥岩ラミナが楕円形をなし、弱く前方に膨らんだ3指印が確認でき

る(図版1-B, 図2-Pf)。足印孔の内部は細礫質堆積物で埋積されている。その重複足印長は25cm、足印幅は22cmで、後足印長はほぼ23cmである。これと酷似した化石は、例えば香美町和田の矢田川河床から産出した足跡化石群(安野, 2006)の一部に存在する。この和田標本は、本報文中村標本とひとまわり大きく、足印長は30cm、足印幅は23cmである(図版2-A)。足跡Pfの右側に、かなり小型の大型哺乳類のものらしき足跡が1個体存在する(図2-Mf)。

8月初旬、藻類が着生して化石が確認ができない状態で、ブラッシングして藻類を洗い落とすと、複数の長鼻類の足跡化石らしき楕円形の構造が出現した。それぞれ大きさは異なるものの、最初に確認された2個体以外に少なくとも5個が出現し、前述の個体Mfもより明確になった(図版1-C)。このことは、約3ヶ月間に河床部の侵食が進んだ結果によるもので、まだ多数の化石がこの層準に存在する可能性を示していると考えられる。このような密接した足跡化石は、例えば竹野川河口の竹野海岸(猫崎半島)から産出した足跡化石群(安野, 2005b)の一部などでも確認できる(図版1-D)。また、竹野海岸では足跡化石が分布する付近から、破損した長鼻類臼歯化石 *Stegolophodon* sp. が産出している(安野, 2005b; 図版2-D)。北但層群八鹿層産の臼歯化石はこの1個体しかないが、香住海岸、竹野海岸、村岡地域および本産地を含めた、北但地域から産出した足跡化石の印跡種はステゴロフォドン類の可能性が高い。この臼歯化石から推定される長鼻類の大きさは、多くの足跡化石から推定されるものよりも大きい。

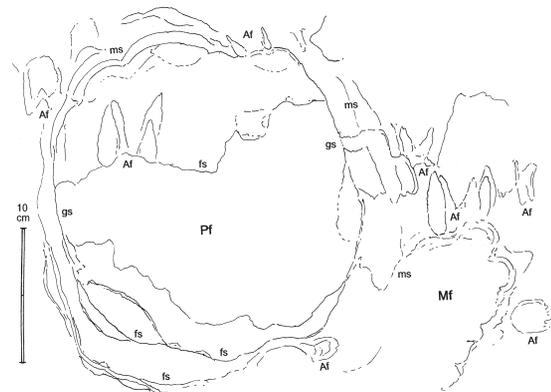


図2 足跡化石の産状
Af: 偶蹄類, Mf: 大型哺乳類(長鼻類の可能性), Pf: 長鼻類, fs: シルト質～細粒砂, ms: 中粒砂, gs: 細礫

偶蹄類足跡化石: 化石は、長鼻類足跡化石の周辺に多数分布している(図2, 図版1-B, 図版2-C)。しかし、重なって踏まれたものや流動的に変形したものが多く、印跡時の支持底質層の堆積物が軟弱であった可能

性もあり足跡の形状がわかるものはわずかである。いずれも副蹄印は認識できない。地層面と斜めに踏み込んだ足跡も残る(図版 1- B の右端中央)。図版 1- C の左下の個体は、少しだけずれている重複痕で、主蹄印長と主蹄印幅はともに5cmである。化石の分布範囲は2m²程である。長鼻類足跡の直上部にも存在している(図 2, 図版 2- C)。

今回の調査で偶蹄類足跡化石は、中村北東方の豊岡市段の北部や村岡地域北東部の香美町宮神のそれぞれ1地点から、孤立したものが産出した。

4 北但地域の中新統の層序について

矢田川層群・山陰型花崗岩を基盤とする、第三系北但層群は北但地域に広く分布しており、下部から順に高柳層、八鹿層、豊岡層、村岡層層に区分されてきた(弘原海・松本, 1958; 松本・弘原海, 1959; 兵庫県, 1961; 池辺ほか, 1965; 弘原海・松本, 1985; 石田・久富, 1987)。近年、山内ほか(1989)は、浜坂町東部の豊岡層を八鹿層と区別できないとして、八鹿層として再定義した。安野(2003)は、香住海岸に分布する豊岡層から淡水魚類、淡水貝類、大型哺乳類足跡などの化石を発見し、その後の香住町教育委員会(当時)による足跡化石調査を行う機会を得て、香住地域の豊岡を八鹿層として再定義した層序区分を示した(表 1; 安野, 2005a)。化石は香住砂岩泥岩部層から産出している。その後、著者は豊岡市竹海岸地域で豊岡層とされていた堆積岩層から、香住海岸と同様の淡水魚類、淡水貝類、哺乳類足跡や長鼻類臼歯化石 *Stegolophodon* sp. を含む動物化石群集を発見し、堆積岩層が八鹿層に属す

るとした(安野, 2006; 安野・松岡, 2007)。

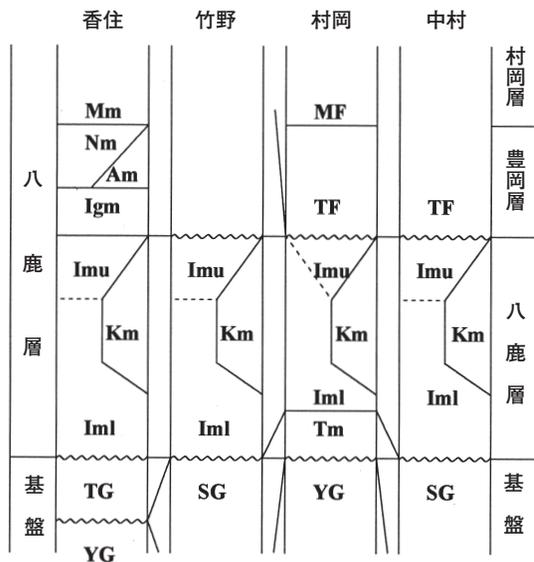
香住海岸から竹野海岸にかけての海岸地域には、八鹿層今子デイサイト部層の火山岩類・同質火砕岩類が連続して露出している。この地域の北但層群は、その中間にはほぼ東西方向にのびる矢田川層群や山陰型花崗岩などの基盤岩類によって、海岸地域と内陸地域に分断されて分布する。そのため、この地域の中新統の層序と地質構造の観察は、南北方向で海岸地域に流れ下る河川に沿うルートが適している。そこで、内陸部に位置する村岡地域を調査したところ、矢田川とその支流の湯舟川の河床の数カ所から、海岸部に続いて哺乳類足跡化石が産出した(安野, 2006)。この折り、村岡地域の中新統は、安山岩層、デイサイト層、化石を含む堆積岩層の順に重なる八鹿層を豊岡層が不整合に覆うことを示唆した。さらに、内陸部での哺乳類化石層の分布と、海岸部と内陸部の層序対比を主な目的として、竹野海岸と日高町を結ぶ南北のルートを調査したところ、内陸部に位置する豊岡市中村で、竹野川支流の山椒川上流部の河床から、本報文の哺乳類足跡化石を発見することができた。化石は、下部を今子デイサイト部層下部の火山円礫岩層に、上部を今子デイサイト部層上部の流紋岩と同質火山岩類に夾まれ存在する、香住砂岩泥岩部層の砂岩層に含まれている。つまり、中村からの化石の産出によって、海岸部と内陸部の広域での北但層群の細部の層序対比が可能になった。これまでの調査結果をもとにすると、香住海岸、村岡地域、竹野海岸、中村・床瀬地域の層序対比は次の通りである(表 2)。ただ、これまでには海岸地域には含まれる淡水魚類や淡水貝類化石が、内陸地域では産出していない。

表 1 兵庫県北部香美町香住地域の前期中新統の層序 (安野 (2005a) に岩相・化石を加筆)

累層	部層	岩相・化石
八鹿層	御崎安山岩層	安山岩, 同質火砕岩
	西デイサイト層	デイサイト, 流紋岩, 同質火砕岩
	余部砂岩泥岩層	砂岩, 泥岩, 海生動物化石
	市午安山岩層	安山岩・同質火砕岩
	今子デイサイト層	上部: 流紋岩質 下部: デイサイト質
	香住砂岩泥岩層	砂岩, 泥岩, 凝灰岩, 礫岩足跡化石など

層序区分と地質時代が従来と変わった理由は、おもに池辺(1963)による辻礫岩層が全く層序の異なる、岩相を混合したものであったことに起因している。すなわち、八鹿層今子デイサイト層に属する火山円礫岩層を豊岡層中に見られる礫岩と同一のものとして辻礫岩層と認定し、それら全体を豊岡層としたことにある。従って、八鹿地域・関宮地域・日高地域・村岡南部地域を含めて従来辻礫岩と呼ばれた岩相は再検討の余地が大きく、その多くが豊岡層ではなく、著者の言う八鹿層に含まれる可能性がある。この火山円礫岩層は、しばしばデイサイト質溶岩や同質火砕岩を夾み、側方および垂直方向への岩相変化が大きい。その様子は、竹野川・山椒川ルートを初めとして多くの場所で普通に確認できる。デイサイト質岩相は、一部に角閃石や輝石の結晶を含む安山岩質溶岩を含むが、全体としてはデイサイト溶岩とその火砕岩類からなるものからな

表2 北但地域北部中新統層序対比



YG: 矢田川層群, SG: 山陰型花崗岩, TG: 小原花崗岩 (神戸層群相当), Tm: 椿色安山岩部層, Im: 今子デイサイト部層 (lは下部, uは上部), Km: 香住砂岩泥岩部層, Igm: 市午安山岩部層, Am: 余部砂岩泥岩部層, Nm: 西デイサイト部層, Mm: 御崎安山岩部層, TF: 豊岡層, MF: 村岡層. 本表はそれぞれの層厚には関係なく, 概略的な岩相対比を示している.

り, 池辺(1963)の瀬戸火山岩層に相当する. これらの岩相は, 村岡地域や豊岡市日高町北部地域で, 豊岡層に不整合に覆われている. そのため, 著者は「辻礫岩層」という名称は使用せずに廃棄し, 豊岡層の礫岩層を除いて, 下位の瀬戸火山岩層と上位の河江流紋岩層(池辺, 1963)を, 今子デイサイト部層としてまとめた. 瀬戸火山岩層と河江流紋岩層に相当する岩相の一部は同時異相の関係にある. 哺乳類足跡化石を産出する香住砂岩泥岩部層は, ほぼ今子デイサイト部層下部と同時異相の関係で, これに夾在される.

なお, 香住地域で花崗岩類として一括されていた酸性岩類の中に, 古第三紀の若い花崗岩~閃緑岩が存在し, これは神戸層群の一部に対比される可能性がある. この岩体は, 香美町香住区小原地域を中心に, 香住南部, 豊岡市竹野町桑野本の南部などに小さく孤立的に分布している.

5 おわりに

豊岡市竹野町中村北部から産出した, 哺乳類足跡化石について検討し, また, これまでの調査から得られた北但地域の中新統の層序についても考察し, 次の結果を得ることができた.

(1) 哺乳類足跡化石は, 山椒川河床の1地点から産出し, 長鼻類と偶蹄類の少数の足印からなる.

(2) 足跡化石を産出した堆積岩層は, 八鹿層香住砂岩泥岩部層に属し, 今子デイサイト部層上部の流紋岩層と今子デイサイト部層下部の火山円礫岩層に夾まれ, 少数個体の葉体化石と直立樹幹を含む.

(3) 哺乳類足跡化石は, 香住海岸と竹野海岸および内陸部の村岡地域と豊岡市竹野町南部(中村北部)の4地域から産出し, その分布域は200km²にもおよぶ. このような事例は, 日本の中新統では他に類例のないものである.

(4) 北但地域の中新統は, 海岸地域と内陸地域(村岡地域と豊岡市竹野町南部)で, 対比が可能になった(表2).

(5) 北但北部に古第三系神戸層群に対比できる可能性のある花崗岩~閃緑岩の小岩体が孤立分布する.

謝辞

本研究を進める上で, 滋賀県足跡研究会会長の岡村喜明氏, 国立科学博物館の植村和彦博士, 滋賀県立琵琶湖博物館の高橋啓一博士, 豊橋市自然史博物館の松岡敬二博士, 兵庫県立人と自然の博物館の三枝春男博士, 松原尚志博士, 福井県立恐竜博物館の矢部淳博士化石を同定等でお世話になった. 北但層群化石研究会の三木武行氏および谷口正夫氏には現地調査で大変お世話になった. 以上の方々に厚く感謝申し上げます.

引用文献

兵庫県, 1961, 兵庫県地質産図説明書, 61-76. 池辺展生, 1963, 但馬海岸地域を中心とする地域の地質について. 日本自然保護協会(編): 山陰海岸国立公園候補地学術調査報告書, 15-54.
池辺展生・弘原海 清・松本 隆, 1965, 北但馬・奥丹後地域の第三形火山層序. 日本地質学会第72年年会見学案内書, 28p.
石田志郎・久富邦彦, 1987, 山陰・北陸区. 日本の地質『近畿地方』編集委員会編: 日本の地質6 近畿地方. 共立出版株式会社, 112-119.
香住町教育委員会(編), 2005, 香住町足跡化石調査報告. 107p.
松本 隆・弘原海 清, 1959, 北但馬地域の新生代構造発達史-近畿西北部の新生界の研究(その2). 地質学雑誌, 65, 625-637.
弘原海 清・松本 隆, 1958, 北但馬地域の新生代層序-近畿西北部の新生界の研究(その1). 地質学雑誌, 64, 625-637.
山内靖喜・寫田博之・古谷昭彦, 1989, 陥没盆地周辺

の基盤中の角礫岩脈－堆積盆地発生期の引張性断裂

－. 地学団体研究会専報, (36), 161-173.

安野敏勝, 2003, 兵庫県北部香住町の中新統から産出した哺乳類足跡化石. 福井市自然史博物館研究報告, (50), 9-25.

安野敏勝, 2005a, 兵庫県北部香住町の第三系層序. 香住町教育委員会(編): 香住町足跡化石調査報告書, 5-25.

安野敏勝, 2005b, 兵庫県北部豊岡市竹野海岸から産出した前期中新世化石群集 (I). 福井市自然史博物館研究報告, (50), 9-25.

安野敏勝, 2006, 兵庫県加美町南部村岡地域から産出した哺乳類化石. 福井市自然史博物館研究報告, (52), 43-65.

安野敏勝・松岡敬二, 2007, 兵庫県豊岡市竹野海岸からの前期中新世淡水貝類および淡水海面化石. 豊橋市自然史博物館研報, (17), 13-17.

Mammalian footprint fossils from Nakamura, Toyooka City, Hyogo Prefecture, Japan and the Early Miocene stratigraphy of the Hokutan district

Toshikatsu YASUNO

Abstract

Footprint remains of the Proboscidea and Artiodactyla referred to the Kasumi sandstone and mudstone Member of the Early Miocene Yoka Formation (Yasuno, 2005) were found from the river beds in Nakamura, Toyooka city, Hyogo Prefecture. Abundant footprint fossils were obtained from the same Member in the Kasumi coast, Takeno coast and Muraoka area and these fossil localities spread widely in the two hundred square kilometers. Fossil assemblage bearing mammalian footprint remains from the Hokutan district possesses paleontologically significant facts for study of the distribution and members of fauna in the beginning of the opening of the Japan Sea.

Key words: Mammalian footprint, Yoka Formation, Early Miocene, Hokutan district, Hyogo prefecture

図版 1：豊岡市中村産哺乳類足跡化石

A：化石産地全景

Pf は長鼻類足跡化石を示す。写真手前のは侵食が進んだアンダープリントである。5月初旬の発見当時の写真である。写真中央部のは、本文中のスケッチ(図2)の足跡化石 Pf である。スケールは50cm を示す。

B：長鼻類足跡化石と偶蹄類足跡化石

長鼻類足跡化石 Pf には、弱く 3 個の指印がある。右端の矢印は斜めに踏み込んだ偶蹄類の足跡化石である。これの右側には、比較的小さい、大型哺乳類のものらしき足跡化石が存在する(本文中の図 2 の足跡化石 Mf)。これの右側に形の乱れた不鮮明な偶蹄類足跡化石が散在する。スケールは 10cm を示す。

C：足跡化石の密接した産状

8月初旬に、地層表面の藻類を洗い落とした後の写真である。5月初旬に確認できた足跡化石(Pf と Mf)のほかに、新たに長鼻類の可能性のある大きな楕円形の構造がいくつも出現している。偶蹄類のものも新しく出現している。スケールは50cmを示す。

D：足跡化石の密接した産状

2006年に発見された、竹野海岸の長鼻類の可能性のある足跡化石の一部である。偶蹄類足跡化石が分散している。スケールは20cmを示す。

図版 2：豊岡市中村産哺乳類足跡化石と比較標本

A：長鼻類足跡化石

2006年に、香美町村岡地域の矢田川河床で発見された長鼻類化石の一部である。写真の下側部分はやや地層面と斜めに侵食されている。中村から産出した足跡化石(Pf)よりもやや大きく、円形に近い楕円形のものを呈し、両者は良く類似した形状の足跡化石である。スケールは50cmを示す。

B：偶蹄類足跡化石

写真Bの偶蹄類足跡化石が散在する部分を拡大したものである。写真左側の2個体(矢印)は、比較的保存良好である。写真の幅は33.5cm。

C：偶蹄類足跡化石

8月初旬に、長鼻類足跡化石(Pf)直上を覆う泥質細粒砂岩薄層で確認できるようになった偶蹄類足跡化石である(矢印)。これの左側にも、偶蹄類足跡化石が出現している。長鼻類足跡(Pf)の右側の大型哺乳類のものと考えられる足跡化石(Mf)の形状もはっきりしてきた。スケールの1目盛りは10cmを示す。

D：長鼻類臼歯化石 *Stegolophodon* sp.

2005年に竹野海岸で長鼻類足跡化石の周辺から発見された標本で、嚙耗が顕著である。右上顎の第3大臼歯前部と考えられる。

左：咬合面観，歯尉の幅は約8cm。右：前面観，歯尉から歯根までの高さは約8cm。

図版 1：豊岡市中村産哺乳類足跡化石





図版 2 : 豊岡市中村産哺乳類足跡化石と比較標本