

熊本県天草下島北部に分布する 鮮新 - 更新統佐伊津層の足跡化石群

岡村 喜明¹・北林 栄一²・長谷 義隆³・廣瀬 浩司³・黒須 弘美³・鶴飼 宏明³

(1 滋賀県足跡化石研究会 〒 520-3005 滋賀県栗東市御園 1022-7)

(2 〒 879-4403 大分県玖珠郡玖珠町帆足 281-2)

(3 天草市立御所浦白亜紀資料館 〒 866-0313 熊本県天草市御所浦町御所浦 4310-5)

Fossil footprints in the Plio-Pleistocene Saitsu Formation distributed in the northern part of Amakusa-Shimajima Island, Kumamoto Prefecture

Yoshiaki Okamura¹, Eiichi Kitabayashi², Yoshitaka Hase³, Koji Hirose³,
Hiromi Kurosu³ and Hiroaki Ugai³

(1 Shiga Fossil Footprint Research Group, 1022-7 Misono, Ritto City, Shiga 520-3005, Japan)

(2 281-2 Hoashi, Kusu Town, Kusu-gun, Oita 879-4403, Japan)

(3 Goshoura Cretaceous Museum, 4310-5 Goshoura, Goshoura Town, Amakusa City, Kumamoto 866-0313, Japan)

Abstract

The Saitsu Formation is distributed in the northern part of Amakusa-Shimajima Island, Kumamoto Prefecture. The formation is mainly composed of sedimentary material such as sandstone, siltstone and conglomerate deposited in lacustrine and river environments from the Pliocene to Pleistocene. Many fossil footprints were observed on some surfaces of silt and mud layers of the formation cropping out at the Itsuwa coastal area of Itsuwa Town of Amakusa City. The footprint fossils are understood to be those of Rhinocerotidae, Cervidae and Gruidae.

キーワード: 足跡化石, 佐伊津層, 鮮新-更新世

はじめに

天草諸島は熊本県の西部, 有明海 (島原湾), 八代海 (不知火海), 天草灘 (東シナ海) に囲まれ, 天草上島 (以下上島と表記), 天草下島 (以下下島と表記) を中心に大小 120 もの島々からなる。天草諸島を構成する地層は主として白亜紀および古第三紀の堆積岩類であるが, 新第三紀後期から第四紀に掛けて, 大矢野島に大矢野層が, 下島北部には佐伊津層が形成された。大矢野層は飛岳や柴尾山などの溶岩ドーム形成に関わる火山活動に伴って形成された凝灰角礫岩や凝灰質砂岩, 同シルト岩, 火砕流堆積物などからなる。一方, 佐伊津層は礫岩, 砂岩, シルト岩からなり, 一部には火砕岩を挟み, シルト岩や砂岩は一般に凝灰質で

あるが分布域に火山はない。

筆者らの一人北林は, 2013 年 4 月, 下島北部五和町の海岸 (図 1) に露出するシルト岩優勢な地層の表面に, 大型動物による足跡化石を発見し, 岡村は北林とともに 2013 年 5 月, 2014 年 2 月と 11 月, これらの足跡化石を調査し, その概要を報告した (岡村, 2016)。調査には御所浦白亜紀資料館員も同行し, その後も調査を続けた。

本論では, これまでの調査結果を報告し, さらに, これまでに熊本県内で報告されている人吉層の足跡化石との比較や同時期と考えられる古琵琶湖層群や東海層群からの報告にも言及して, 佐伊津層形成時の動物相についての考察を行う。

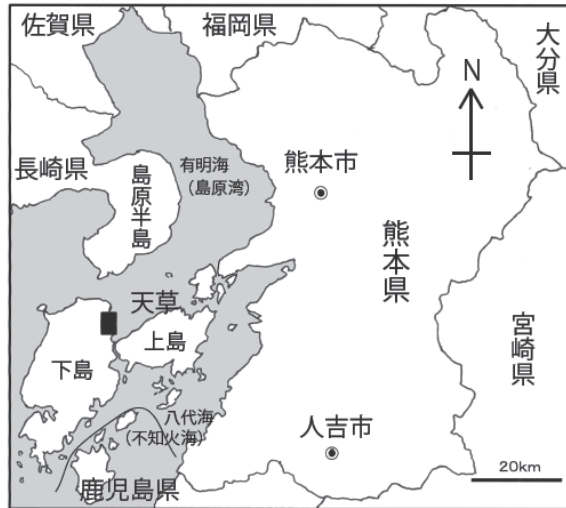


図1. 天草下島足跡化石調査地 (■印)

調査地域の層序の概要

下島北部の地質は、天草諸島を構成する主要な堆積層のうちの古第三紀坂瀬川層とこれを不整合に覆う新第三紀鮮新世以降の佐伊津層からなる(大塚, 1966; 大塚, 1970; 長谷・池田, 2009). すなわち坂瀬川層は天草市本渡地域, 五和町城河原地域および二江から鬼池地域に掛けて露出し, 佐伊津層は天草市佐伊津町を中心に南は本渡町茂木根から北は五和町御領に至る海岸域, さらに五和町城河原地域にかけて基盤である坂瀬川層に囲まれ

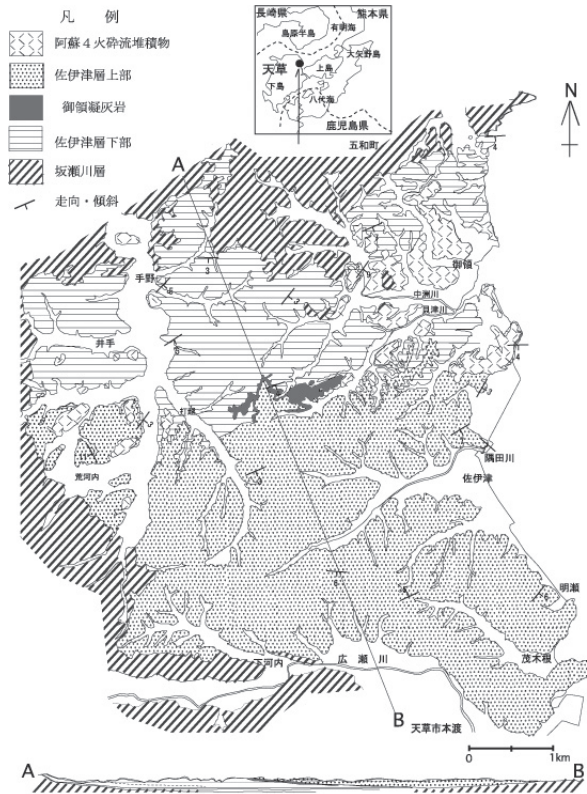


図2. 天草下島北東部の地質図(長谷・池田, 2009)

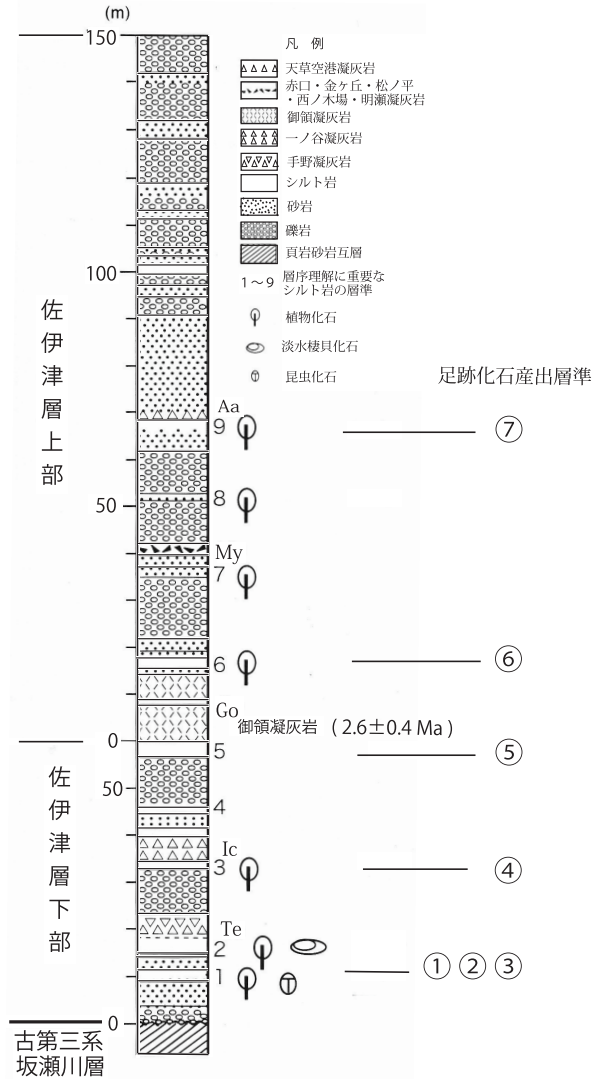
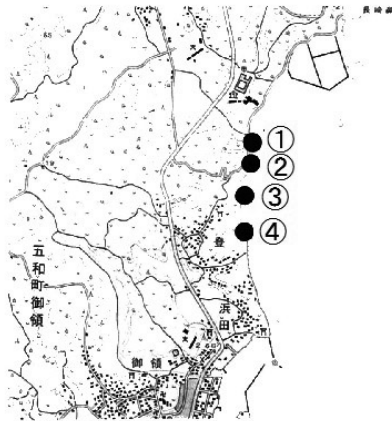


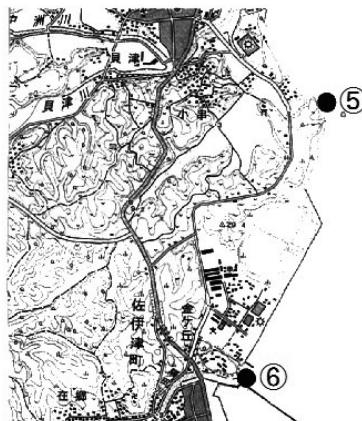
図3. 佐伊津層の模式柱状図と足跡化石産出層準 (長谷・池田, 2009 に加筆)

るように分布する(図2). 佐伊津層については, 大塚(1970)による詳しい調査研究報告がある. それによると佐伊津層は円礫岩, 砂岩, 泥岩からなるが, 中位層準に厚さ4~5mの「御領凝灰岩」を挟んで下部層と上部層に区分されるとした. また, 斜交層理や channel-fill structure, 礫の覆瓦状構造などがよく発達し, 少なくともその一部は河川の堆積環境下で形成され, さらに比較的連続性のある葉理の発達した粘土層の存在は一部が湖沼での堆積物であることを示唆すると述べている. 林(1960)は珪藻化石の研究により, 佐伊津層の形成に海域の影響はないと結論づけている. 長谷・池田(2009)は大塚(1970)に基づき, 御領凝灰岩を境にして, 下部層は厚さ60m+, 上部層が厚さ150m+認められるとした(図3).

a. 産地①～④の地点図



b. 産地⑤～⑥の地点図



c. 産地⑦の地点図



図4 佐伊津層足跡化石産出地点（国土地理院発行2万5千分の1地形図「本渡」および「御領」を使用）

佐伊津層の放射年代値

佐伊津層の時代に関して、従来更新-最新統が示唆されており（大塚，1970），放射年代に関しては Horie（1986）により佐伊津町明瀬に分布する佐伊津層上部の凝灰岩のフィッション・トラック年代 $3.0 \pm 0.3\text{Ma}$ が報告されていた。今回の調査では、佐伊津層上部の基底部にあたる御領凝灰岩（御領火砕流堆積物）の LA-ICP-MS-FT 法によるフィッション・トラック年代が測定され、 $2.6 \pm 0.4\text{Ma}$ が示された（長谷ほか，2017）。放射年代値としてのこれら2つの数値は層序からみると逆転した値であるが、誤差の範囲を考慮すると類似しており、測定方法の進歩を考慮すると今回の値は妥当なものと考え、本論ではこの結果に基づくことにする。

足跡化石産地における佐伊津層の層相

現在、佐伊津層に知られている足跡化石は五和町御領から佐伊津町明瀬、さらに南の本渡町茂木根に至る有明海に面する海岸に露出する地層中にある（図4）。海岸線の北端には古第三紀坂瀬川層の黒色泥岩が分布する。黒色泥岩は塊状で細かい割れ目が多数入り、層理面は明瞭ではない。海岸においては露頭が水平距離にして約50mの間途絶えていることから、ここでは坂瀬川層と佐伊津層との層序関係を掴むことはできないが、天草市立五和中学校近くの国道324号線の路肩で、坂瀬川層の泥岩に佐伊津層のシルト岩が70度ほどの急角度で接しているのが観察され、佐伊津層のシルト岩には坂瀬川層起源とみられる泥岩の礫が含まれることから両者の関係は不整合である。大塚（1970）および長谷・池田（2009）も両層が不整合であることを明らかにしている。今回の調査で足跡化石

が知られた佐伊津層の層準を長谷・池田（2009）による「層序理解に重要なシルト岩の層準」の「1」から「9」に対応させると、産地①～③は「1」に、産地④は「3」に、産地⑤は「5」に、産地⑥は「8」に、産地⑦は「9」の位置にあたる（図3）。

足跡化石産地の概要

図4に示すように確認された産地（①～⑦地点）はすべて下島北東部、有明海（島原湾）に面した海岸で地層の傾斜とほぼ一致した面をもつ海食棚および海食崖である。一部はやや遠浅で現世の砂が薄く堆積している平坦な岩礁部にあたる。産地①，②，③，⑤，⑥，⑦は満潮時には水没する潮間帯にあり、干潮時にのみ観察できる。産地④は防波堤より陸側にあるため、植生に覆われた崖面で、半円形の断面1個が観察される。

海食棚（テラス面）では干潮時に窪みが認められる。ただし、海水や海藻が多く、穿孔貝も多く付着しているため、すべての窪みについて観察が可能なわけではない。今回の調査にあたっては、窪みを上から観て輪郭が円形や楕円形で趾印が明瞭、かつ浅いものを選んでいく。また潮間帯より上にある窪みは貝類の生息による邪魔はないが、一般に風化や侵食が進んでいる。やや遠浅になって現世の砂が薄く被っている岩礁では、砂を取り除くことで窪みの観察が可能であるが、労力が掛かることから、認識できるすべての窪みを発掘するには至っていない。

足跡化石は、いずれの産地でも砂泥互層の泥層面にあり、足跡内はやや粗粒の砂や小礫により埋積されていることが多い。粗粒な砂層では凹型足跡はほとんど見られないが、まれに足跡の輪郭ら

しき模様が平面や斜め断面に見られることがある。なお、産地④を除いた6産地のテラス面には円形の窪みが多く見られたが、このような窪みのすべてが足跡化石に由来するか否かは定かではなく、まれに小型の立木化石の外周が深く円形に侵食されていることもある。各産地の観察状況を以下に述べる。

産地①は五和町御領にある天草セントラル病院の南南東約240mにあり、狭い海食崖とやや平坦で細長いテラス状の海食棚からなる(図版1-1)。砂が優勢な砂泥互層で管状の生痕化石や炭化木が見られる。足跡化石は層理面とほぼ一致するテラス面と斜めや垂直の崖面に断面として見られる。波による侵食を受けて窪んでいるものがある。

産地②は産地①と同じ五和町御領の海岸で、産地①から南へ約100mの地点から始まる。海側へ25mほど突出した平坦な台地状で、砂泥層のテラス面(図版1-2)と、そこから南方へ約180m続く砂泥互層の傾斜面とテラス面である(図版1-3)。小範囲であるが礫層を挟み、クロスラミナが発達する部分もある(図5)。また、管状の生痕化石や炭化木も見られ、その炭化木には現生の穿孔貝によってあけられた孔が多く見られる。足跡化石は水平に近いテラス面では凹型として、また傾斜面での窪みは斜め断面として見られる。テラス面より下位は潮間帯にあるために波食や穿孔貝による破壊が進んでいる(図版2-5)。この産地②では凹

型の足跡化石と足跡由来の窪みと考えられるものも多く、約965個を数える。

このテラスから産地③寄りの海側に現世の砂に覆われた浜があり、干潮時に砂を取り除くと足跡化石の窪みが見られる。この砂浜の印跡層は産地②のテラス面の印跡層から続く層準あるいはやや上位の層準で、常時砂に覆われているため穿孔貝による足跡化石の破壊は少なく明瞭な窪みが多い。

産地③は産地②の南側にある海食崖(図版1-4)と、その南部の細長く狭いテラス状の面(図版1-5)からなっている。範囲は産地②より狭く、南北に約110m、垂直に近い崖面には小型や大型の半円形や数個の突出をもつ下向きの山の字形の窪みが見られる。潮間帯の平坦なテラス面には円形や楕円形、不定形の窪みが多く見られるが穿孔貝の密集や海藻の付着で観察しにくい。テラスの海側の断面には半円形の窪みが層理に沿って連続して並ぶが、波食による破壊が著しい(図版2-6)。図5の(1)、(2)、(3)は産地①の、(4)は産地②の、(5)は産地③における柱状図で、層相の変化を示すものである。それぞれの地点で泥岩に細粒~中粒砂岩層を挟み、一部では斜交層理が顕著な粗粒砂岩から細礫~中礫、さらにしばしばこぶし大の礫層からなる粗粒部をレンズ状に挟む。

産地④は、産地③の南側にある防波堤より内陸側の低い崖で、植生に覆われている。露頭は狭く、苔むした砂泥互層の崖面に半円形の凹みが1個の

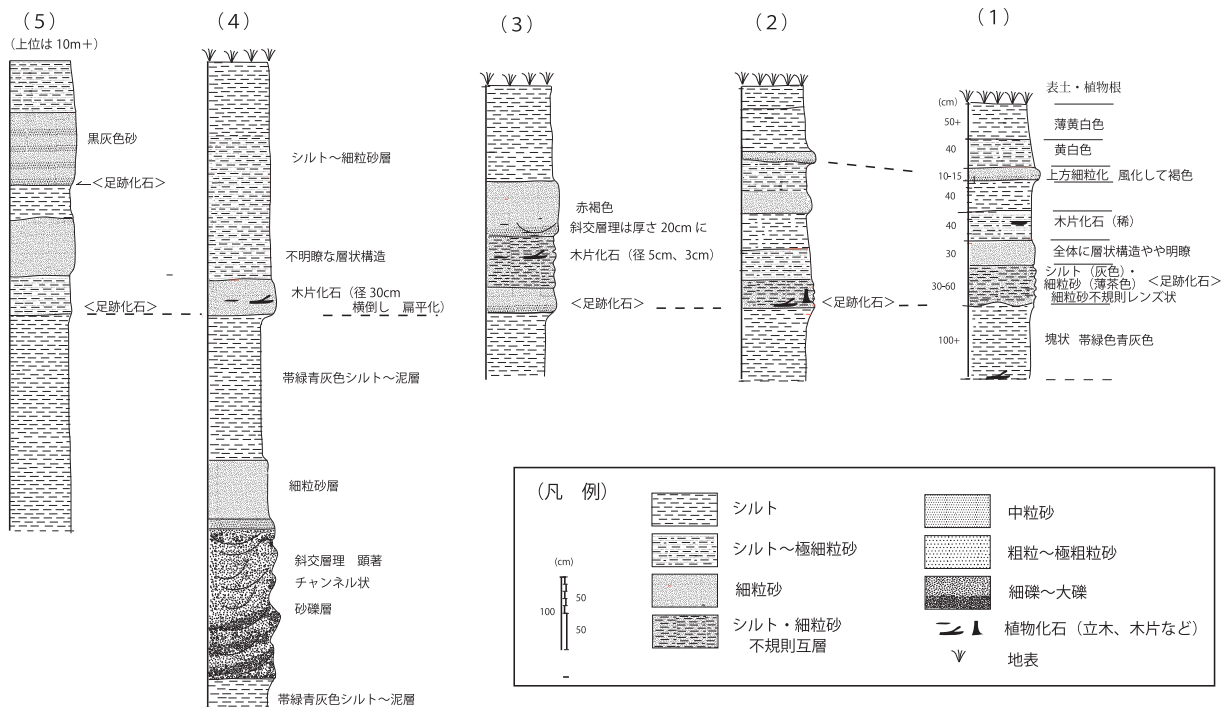


図5 産地①~③における地質柱状図

み見られる (図版 1-6).

産地⑤は、産地④から南方へ約 1,500m にある海食崖で、黒崎海水浴場とキャンプ場の東方にあたる。崖の垂直面には黒色で厚さ約 4m の御領凝灰岩 (御領火砕流堆積物) が見られる (図版 1-7)。それより下位にあたるテラス状の砂泥互層面に足跡化石が見られるが、この面は狭く、かつ満潮時には水没するために穿孔貝が多く、保存はよくない。また、崖より海側で現世の砂が覆う浜では干潮時に足跡化石と考えられる円形や楕円形の窪みが多く見られたが、今回は発掘調査されていない (図版 1-8)。

産地⑥は、産地⑤から南南西へ約 1,500m にある佐伊津町金ヶ丘の隅田川河口の狭い河床と海食崖である (図版 2-1)。佐伊津港のすぐ北にあたる。印跡面は平坦面で凹型として見られるが、小さい穿孔貝による破壊と波による侵食が著しい (図版 2-2)。稀に趾印と見られる数個の突出の明瞭なものがある。崖では垂直や斜め断面として見られるが数は少なく、輪郭は不明瞭なものが多い。

産地⑦は、天草市本渡町広瀬の茂木根崎にあるホテルアレグリアガーデンズの南側の高い海食崖で、地層は砂岩と凝灰質泥岩からなり、古第三紀層起源の砂岩や泥岩などのほかに軽石を含む礫岩を挟む。干潮時に接近できるが落石の危険性が大きい産地である。足跡化石は主に崖の垂直断面と崖から落下した巨大な転石 (図版 2-3) の表面に見られる。潮間帯で緩く傾斜した泥岩層の層理面の一部にも窪みはあるが (図版 2-4)、すべての窪みが足跡化石ではなく、また穿孔貝による破壊も著しい。

足跡化石の産状と調査法

足跡化石が確認できた産地は、図版 1 と図版 2 に示すように有明海に面した切り立った海食崖と潮間帯上位の緩い傾斜で層理面とほぼ一致したテラス状の海食棚、それにやや遠浅になっていて現世の砂に覆われて転石が少ない砂浜である。足跡化石の観察は、海食崖の高位にある窪み (全てが断面) の場合は脚立の届く範囲で写真撮影や透明なビニールシートへのトレースに基づく。テラス状の海食棚での観察は満潮時には水没するところが多いため干潮時に行い、窪み内にある海水、海藻や小石、さらに穿孔貝を除去して行う。ただし、実際にはすべてについてこれらの除去を行うこと

は不可能なので、上から観察して窪みの輪郭が円形や楕円形を示し、かつ周縁に趾印らしい突出が明瞭で、窪み全体が浅いものを選んでみる。潮間帯より上位にある窪みには貝類は付着していないので観察のために行うクリーニングは容易であるが、反面風化や侵食が進んでいる。やや遠浅で現世の砂が薄く被っている岩礁の浜で転石が少ないところではわずかな窪みが見えることがある。しかし、ここでは砂をすべて取り除かなければ個々の窪みの形態や全体の分布は分からないため、限られた時間内で広範囲に窪みすべてを発掘することは不可能であった。

以上に述べたように、今回調査の足跡化石は、①～⑦の産地で主として砂岩泥岩互層の中の泥岩層の面に見られ、本来足跡内に埋積しているやや粗粒の砂や小礫は既に侵食により除去されている場合が多い。一方粗粒砂岩の面には凹型の足跡はほとんど見られない。稀に斜面で凹型の断面が見られることはあるが窪みの輪郭は不明瞭である。産地④を除く 6 箇所の産地におけるテラス状の印跡面の多くは潮間帯にあたることから、波浪、穿孔貝、海藻などによる侵食や破壊が著しい。この点について少し詳しく説明する。例えば南北に細長くテラス状の地形が続く産地②を例に挙げると、直径が 20 ～ 30cm 前後の円形の窪みを約 965 個数えることができたが (図版 2-5)、そのうち趾印と考えられる突出の形態や数が明瞭に確認できる保存の良好な凹型の足跡は 10 個くらいであった。この各部位の形態が明瞭で保存の良好な窪みは刷毛などでクリーニングした後シリコンゴムやエポキシ樹脂で型を取った。図版 2-6 はテラスの海側の断面で印跡層が泥質のためか穿孔貝による破壊が著しい。互層中の砂の層は侵食されて空洞になっていることから荷重痕の観察は困難である。また、現在見られる窪みのすべてが足跡化石に由来するか否かは定かでなく、まれに小型で炭化した立木化石の周囲が深く円形に侵食されて窪んでいることがある。例えば、図版 2-7 の窪みの中央に径が 10cm 位の炭化木の根株が見える。

足跡化石の形態と印跡動物

(1) 形態

足跡化石と確認できた窪みの形態を以下のように 3 つに分類した。なお、この窪みの輪郭は外縁そのものの輪郭の場合と窪みの底面に比較的明瞭

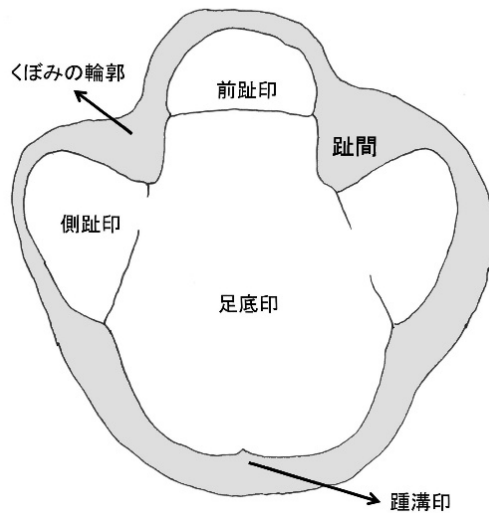


図6 サイ類の足跡(化石)の形態と部位の名称

についたより深い窪みの輪郭の2つの場合がある(図6)。さらに以下に説明する a), b) の窪みの形態は1個ではなく複数個によるもの、いわゆる重複足跡と考えられるが、ここでは、分かり易いように最も明瞭な1個の形態で分類を行い前後の足跡の区別をしない。図6は窪みの中にある1個の足跡を描いている。

a) 山の字形をしたもの

このタイプは図版2-8と図版3-1, -2, -3に示したように外縁の輪郭が山の字形(3裂カエデ葉形や奴ダコ形に近いものもある)である。この山の字の前半部は太くて長く、先端が鋭く尖らない3個の突出からなる。後縁は弧状で中間部に1個の切れ込みを見るものがあるが不明瞭な場合もある。図版3-1と3-2は上面観であるが、図版3-3は産地⑥の窪みから取ったシリコンゴムの凸型である。凸型は実際の上面観の反転になる。穿孔貝によってあけられた大小の孔が多数見られるものがある。

図版3-4に示したものは産地②の南部の浜から産出したもので穿孔貝の孔は少ない。全体の窪みは縦楕円形で前半部の周縁に長短はあるが4個の太い突出を見る。後半部には後方へ出る大きな突出が1個見られる。底面はほぼ平坦である。図版3-5はこの窪みから取ったエポキシ樹脂の凸型である。凸面観(図版3-5)で前半部は山の字形と分かるが後半部は分かりにくい。そこで、この凸型でCTスキャン法を試みた。そのうちの4つの断面を図版3-6に示す。これと凸面の凹凸を考慮して描いたスケッチ(図版3-7)とを合わせて見ると縦楕円形の窪みは1個の縦長の足跡ではなく山の字形

が前後に3個以上重なっていることが分かる(注:先端部のスリップした部分は除外)。

図版3-8の窪みは産地③で見られたもので、輪郭はほぼ円形であるが、窪みの底面を取り囲むように周縁に5個の小さな楕円形をしたより深い窪みが見られる。図版4-1はこの窪みから取ったシリコンゴムの凸面観である。この凸面観では周縁にある、はじめ5個とみた小さな窪みは7個あるいは8個であることが分かる。より詳細に見るために、この凸型でCTスキャン法を試みた。その1つの断面が図版4-2である。これを見ると山の字形が1個に見えるが、凸型のスケッチ(図版4-3)から、この足跡化石は趾印の先端部が2峰になっているので2個の山の字形が前後にわずかにずれてついていると考えられる。

図版4-4はテラス面より上位のシルト層で常時海水の影響を受けない傾斜面に見られたものである。中央に幅が広い縦長の窪みがあり、その下端(遠位端)の中央に太い半円形の突出が1個、その内外側に各1個、あるいは2個かもしれない小さい菱形の突出が見られる。全体の形態は下向きの山の字形である。

図版4-5は傾斜面に見られた下向きの山の字形で、各部の特徴は前述したものと同じである。図版4-6は現生種スマトラサイの前足部の背面観である。なお、この詳しい説明は次の項目の印跡動物のところで行う。

b) 2個のササノハ形がV字形、U字形に並んだもの

図版4-7はササノハ形の窪みが2個ほぼ平行に並んでいるように見える。これをシリコンゴムでとった凸型について上面からだけでなく多方向から観察すると、このササノハ形の窪みは2個からなっているのではなく、1個に見えるササノハ形が2個重なっていて、計4個のササノハ形があることが分かる(図版4-8)。

図版5-1は前部にササノハ形が2個でU字形をつくっているものとその後方にササノハ形が2個でハの字形になったものが見られる。これらのシリコンゴムでとった凸型を多方向から観察すると2個とも深さ(凸型の高さ)に差があり、それぞれ1個の窪みは1個のササノハ形ではなく2個が重複したものと分かる(図版5-2)。

図版5-3は2個のササノハ形がV字形に並んでいるが、これのシリコンゴムの凸型を多方向から

観察すると段差があり、4個のササノハ形からなっていることが分かる(図版5-4)。

なお、図版4-4の左側にあるV字形あるいはU字形に見える窪みも、これと同じ形態をしている。ただし、写真は埋積している砂を取り除いていない状態である。

c) 逆T字形をしたもの

図版5-5は逆T字形で浅い。逆T字形をなす3個の細い線状の窪みの先端は尖っている。ただし、この逆Tの字形は正中で前方を向く1個の窪みと左側へ出るこれより短い線状の窪みの間に斜めに10時の方向に出る短い線状の窪みがあり、計4個である(図版5-6)。また、正中のものと右側へ出る1個とが交わる角には小さな三角形の窪みが見られる。なお、斜めに10時の方向へ出る1個の線状の窪みの成因については言及できない。

(2) 印跡動物

a) 山の字形をしたもの

前項では、窪んでいる6標本と斜面に見られた断面の2標本の形態について記載した。これらの窪みの特徴は前半部の周縁に3個の突出を持っていることと、全標本で見られるわけではないが後縁の中間に1個の切れ込みがあることである。3個の突出は趾印で、その内、中央で前方を向くものが最も太くて長い。これの内外側の2個はそれぞれやや細く短く耳介形のことが多い。しかし、これは図6に示したサイ類の足跡図のように1個の足跡の場合であって、実際には前後が重複して印跡していれば、趾印の太さや長さや数は多様化する。したがって、変形が著しく多様性がある足跡化石の場合にはできるだけ多くの窪みで凸型を取って、印跡動物の足部の特徴が一致する点を多く見つけ出すことが重要である。全ての部分が整った形態でなくても印跡動物の足部の形態や移動によっておこる窪みの変形などを考慮し、重要な鑑別点をいくつか見つければよいと考える。山の字形の形態の窪みは3趾型であり、このような形態の足部をもつ動物はバク類、あるいはサイ類であるので、これらによる印跡と考えられる。この2種類のどちらであるかについては、これまで説明した足跡化石のうち、第3趾(前趾)印が太くて長い、先端が尖らない、側趾印は小さくてやや短く耳介形(図版4-6のスマトラサイの前足部参照)であり、後縁に切れ込みが1箇所顕著に見られる

ものはバク類よりサイ類による印跡と考えられる。しかし、第3趾印が不明瞭で趾印幅が狭いものではサイ類の趾印が変形したものなのか、バク類の可能性のあるのかは確定できない(注:バク類とサイ類の足跡の相違点については、岡村ほか(2011)を参照)。なお、ここでのサイ類の足跡化石と考えられるものの大きさは大型標本では足跡長は200mm、足跡幅は200mm。小型の標本では足跡長は170mm、足跡幅は170mmである。

b) 2個のササノハ形がV字形、U字形に並んだもの

図版4-7、4-8と図版5-1、5-2、5-3、5-4に示して説明した3標本の配置はV字形やU字形など多様であっても、どれもが2個(実際は前後足で4個)が対になったササノハ形の窪みからなっている。このササノハ形が2個対で見られるものは偶蹄類の足跡で、ササノハ形は主蹄印である。この主蹄印の形態は偶蹄類の種類によって類似した種も多いが形態と大きさによって区別できるものがある(岡村・高橋, 2003)。保存が良好な3標本の計測値は、主蹄印長は42~45mm、主蹄印幅は13~15mmである。この形態と大きさは二ホンジカくらいのシカ類と考えられる。しかし、大きさについては成獣、幼獣がいることや化石では変形もあるのであくまでも参考として示す。

c) 逆T字形をしたもの

図版5-5、5-6に示した形態のものは産地②から1個だけ産出した。広く平坦なテラス状の面に見られるもので浅く、風化、侵食された可能性がある。穿孔貝などの影響は受けていない。窪みの内部に上位の層は残っていない。先端がやや尖る細く長い趾印が3方向に出る。これはトリ類の足部の形態に似るが、交差部から後方に出る第1趾印が確認できない。したがって、第1趾をもたない種類なのか、あるいは高い位置から出る種類なのかはわからない。近位趾間膜は1箇所のみ見られる。仮に左側から第2趾、第3趾、第4趾とすると近位趾間膜は第3趾と第4趾の間にある(図版5-6の黒色部)。第2趾印長は70mm、第3趾印長は100mm、第4趾印長は67mmである。また趾印幅は浅いために正確に計測できないが第3趾印の中間部で約11mmである。交差部の中足骨印は確認できない。この大きさで第1趾印が地面につかないものと仮定すればツル類の可能性が大きい。

d) その他のもの

次に生痕化石について記しておく。一部の産地から足跡化石とともに管状の生痕化石が産出した。図版 5-7 は砂が優勢な層中に見られ、直径が 4 ~ 6 mm の細い管の断面が播種状に密集して見られる。内部には泥が入っている。図版 5-8 は直径が 1.5 ~ 2 mm の円筒形で地層を垂直に貫通している。まれに層理と平行の場合もある。管の内部にはやや粗粒の砂が入っていることが多い。管状のものには太いものだけでなく細いものもある。両者ともに砂管（サンドパイプ）と見られるが、棲家としている巣穴なのか、また移動の際に掘った穴なのかなどこれを作った生物の詳細には言及できない。

まとめと考察

2013 年 4 月、天草下島の北東側に南北に点在する海食棚、海食崖の 7 地点から北林によって足跡化石が発見され、調査を行った。

足跡化石とそれがもとでカメ穴状になったとみられる窪みの数は非常に多い。これらは潮間帯より上位の地層面にあるものや潮間帯にあり、風化、波食や穿孔貝などによって破壊されているものが多いが、中には保存が良好で印跡動物を同定できる特徴が明瞭に残っているものもあった。それらを検討した結果、印跡動物は奇蹄類で 3 趾型のサイ類と偶蹄類のシカ類であると考えられた。ただし、3 趾型で第 3 趾印の長さ、太さ、形態が不明瞭で、後縁の踵溝印が顕著でないものについてはバク類の印跡も否定出来ない。長鼻類の足跡化石であると確定できるものを見ていないが、産出しなるとは断言できない。大型のトリ類の足跡化石は 1 個であるが、ツル類の可能性が大きいと考えられる。

足跡化石は言うまでもなく現地性であることから、これらの動物が約 260 万年前に天草地域に生息していたことは明らかである。そこで国内でほぼ同年代とされている地層で、筆者らが確認している熊本県人吉盆地に分布する人吉層（大谷, 1930）（鳥井ほか（1999）により $2.72 \pm 0.25 \text{Ma}$ および $2.58 \pm 0.08 \text{Ma}$ の K-Ar 年代値が報告されている）と滋賀県湖南市に分布する古琵琶湖層群甲賀層上部と三重県鈴鹿市伊船に分布する東海層群龜山層上部の 3 箇所からの印跡動物を取り上げ、若干の考察を行う。

熊本県球磨郡球磨村渡の台地の中腹に総合運動公園建設のために削られた広い法面が見られる。

ここは人吉層からなり、広い法面の中段で多くの足跡化石が確認できたが、既に工事は完了して発掘は不可能であった。中段で見られた窪みの上面からの観察では輪郭が楕円形であり、底面には長い突出からなる山の字形が見られたことからサイ類の足跡化石の可能性が大きい。ほぼ垂直な法面の断面での窪みは半円形や鍋型で底面に突出が見られるものがある。その突出には長いものと短いものがあり、3 趾型と考えられるものがあるが確定はできない。そのほか垂直断面に靴下形で偶蹄類のシカ類と考えられるものが確認できている。ワニ類やトリ類の足跡化石と確定できるものは発見されていない。また、人吉市内の球磨川の水底に多くのカメ穴が見られ、同じ層準の河床には円形のアンダープリントが確認できたが印跡動物は確定できていない。さらに山江村山田の山田川の河岸には半円形の断面が見られたが印跡動物は確定できない（岡村, 2016）。したがって、人吉層からの足跡化石で確認されたものは今のところサイ類とシカ類の 2 種類である。

滋賀県湖南市吉永の野洲川河床には古琵琶湖層群甲賀層上部が分布している。ここからの足跡化石は長鼻類、サイ類、シカ類、ワニ類とコウノトリ類の可能性が大きい大型のトリ類によるものである（岡村・高橋, 2003; 岡村ほか, 2011; 岡村, 2016）。また、ここから哺乳類の体の部位の化石は発見されていないが、ワニ類の歯の化石が 1 個産出している。

三重県鈴鹿市伊船の御幣川河床には東海層群龜山層上部が分布している。ここからの足跡化石は長鼻類、サイ類、シカ類、ワニ類とシギ類の印跡と考えられる小型のトリ類が 1 個産出している（岡村, 2010; 2013）。また、ここから体の部位の化石にはアケボノゾウ類似種の臼歯ほか（中川・津村, 2016）とサンバー亜科の角 *Cervus (Rusa) sp.* が産出している（高栗ほか, 2010）が、爬虫類のワニ類やトリ類については確認されていない。

このように 260 万年前頃の西日本において足跡化石から生息が確認できる動物は長鼻類、サイ類、偶蹄類のシカ類などの哺乳類と爬虫類のワニ類、そして大型と小型のトリ類である。この度足跡化石の調査をした佐伊津層からの動物相はサイ類とシカ類、ツル類と考えられるトリ類の 3 種類である。佐伊津層の古環境が深い湖沼でなく、浅い沼湿地とそこへ流れ込む河川などであることから考

えれば浅い沼湿地で水浴びや泥浴びをするサイ類が生息していたと考えることに矛盾はない。しかし、よく似た古環境であった古琵琶湖層群や東海層群でサイ類と共存することが多い長鼻類の足跡化石がここでは出ていないことに疑問は残るが、今のところ見つかっていないだけかもしれない。今後発見される可能性は大きいと期待される。また、古琵琶湖層群や東海層群では水辺に棲むワニ類の足跡化石が多く見られるのに対して佐伊津層ではワニ類の足跡化石は出ていない。捕食できる動物種の問題も考えられる。

おわりに

これまで熊本県内の足跡化石産地は、人吉市内を流れる球磨川の狭い河床と球磨郡球磨村渡の運動公園の法面、同郡山江村山田の山田川河岸の断面など、人吉層（鮮新世～更新世）の数箇所のみであった。岡村・北林による球磨川・山田川流域の予備的調査では、人吉層のものは大型の動物であるサイ類とシカ類の印跡であることが確認されていた（岡村, 2016）。これに加えて今回の天草下島北東岸からの産出が確認できたことで熊本県内の新生代足跡化石産地は大きくみて2箇所となった。

今回の佐伊津層からの足跡化石の発見は当時の動物相の解明につながり、これまでに知られている堆積状況（大塚, 1970）や植物相（長谷・池田, 2009）の解明に加えて、佐伊津層形成時の古環境解析に資するものと考えられる。

謝辞

調査にあたって、御所浦白亜紀資料館の黒田浩記氏にご協力いただいた。ここに記してお礼申し上げます。

引用文献

- 長谷義隆・池田和則 (2009): 熊本県天草下島佐伊津層産の植物化石. 御所浦白亜紀資料館報, **10**, 1-6.
- 長谷義隆・北林栄一・鶴飼宏明・廣瀬浩司・檀原 徹・岩野英樹 (2017): 熊本県天草下島北部佐伊津層のフィッシュン・トラック年代. 御所浦白亜紀資料館報, **18**, 1-4.
- 林 行敏 (1960): 中部九州における化石珪藻群 IV 天草群島. 地学研究, **11**(6), 328-332.

Horie, S.(1986):Fission-track Dating Data on Fresh-water Sediments for the Study of Land Connection between Asiatic Continent and Lake Biwa through the Seto Inland Sea. Proceedings of the Japan Academy, **62**, Ser. B, 10, 377-380.

中川良平・津村善博 (2016): 大変動の地～三重の三億年・変動に生きた巨大生物たち～. 第12回企画展図録, 三重県総合博物館.

大谷壽雄 (1930): 肥後人吉盆地の地質学的素描 (摘要). 地質学雑誌, **37**(441), 333-334.

岡村喜明・高橋啓一 (2003): 現生偶蹄類の足跡部ならびに足跡の形態-偶蹄類足跡化石の基礎研究-. 化石研究会会誌, **36**,16-25.

岡村喜明・高橋啓一・里口保文・石田志朗・服部 昇・平尾藤雄・三矢信昭 (2011): 古琵琶湖層群から初のサイの足跡化石. 化石研究会会誌, **44**, 11-19.

岡村喜明 (2010): 御幣川河床亀山層から産出した足跡化石. 御幣川ゾウ足跡化石発掘調査報告書 (I). 三重県立博物館, 57-66.

岡村喜明 (2013): 鈴鹿市御幣川流域に分布する東海層群の足跡化石 (概報). 鈴鹿市御幣川流域の地層・化石総合調査報告書. 三重県立博物館, 105-109.

岡村喜明 (2016): 日本の新生代からの足印化石. 琵琶湖博物館研究調査報告, **29**, 112.

大塚裕之 (1966): ロノ津層群の層序および堆積物-ロノ津層群の地史学的研究その1. 地質学雑誌, **72**, 371-384.

大塚裕之 (1970): 北西部九州有明海南部地域の更新-最新統の層序学的, 堆積学的研究. 鹿児島大学理学部紀要 (地学・生物学), **3**, 35-65.

高柴祐司・富田幸光 (2010): 御幣川河床亀山層から産出したシカ類の枝角化石. 御幣川ゾウ足跡化石発掘調査報告書 (I). 三重県立博物館, 48-56.

鳥井真之・池田和則・板谷徹丸 (1999): 熊本県人吉盆地に分布する人吉層中の凝灰岩の K-Ar 年代. 地質学雑誌, **105**, 585-588.

渡辺一徳・益田悦郎 (1983): いわゆる中位段丘堆積物としての小串層及び大江層について. 熊本大学教育学部紀要 (自然科学), **32**, 29-37.

(2017年2月1日受理)

图版 1 - 5

図版の説明

図版 1

1. 産地①の有明海に面した切り立った海食崖と潮間帯上位の緩い傾斜で層理面とほぼ一致したテラス状の海食棚.
2. 産地②の海側へ 25m ほど突出した平坦な台地状で、砂泥層からなる面の様子.
3. 図版 1-2 から南方へ約 180m 続く砂泥互層の傾斜面とテラス面の様子.
4. 産地③の海食崖を海側から見る .
5. 産地③の細長く狭いテラス状の面.
6. 産地④で苔むした砂泥互層の崖面に見られる半円形の凹み.
7. 産地⑤の崖の垂直面に見られる黒色で厚さ約 4m の御領凝灰岩（御領火砕流堆積物）.
8. 現世の砂に覆われた砂浜に見られる窪み群.

図版 2

1. 佐伊津町金ヶ丘の隅田川河口の産地⑥の狭い河床と海食崖.
2. 小さい穿孔貝による破壊と波による著しい侵食が進む産地⑥の様子.
3. 産地⑦では崖から落下した巨大な転石に生痕化石が見られるものがある.
4. 産地⑦の潮間帯で緩く傾斜した泥層面の窪み.
5. 産地②で直径が 20 ~ 30cm 前後の円形の窪みの密集部.
6. テラスの海側の断面で印跡層の穿孔貝による破壊が著しい様子.
7. 窪みの中央に径が 10cm 位の炭化木の根株が見えるもの.
8. 外縁の輪郭が山の字形のもの.

図版 3

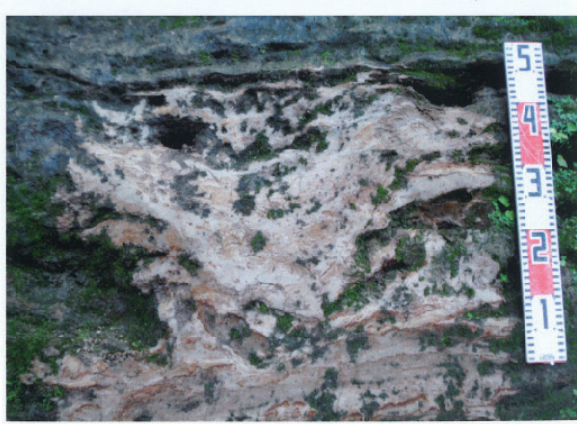
1. 外縁の輪郭が山の字形のもの.
2. 外縁の輪郭が山の字形のもの.
3. 産地⑥の窪みから取ったシリコンゴムの凸面観.
4. 産地②の南部の浜から産出した足跡で穿孔貝の孔は少ない.
5. 図版 3-4 に示した窪みから取ったエポキシ樹脂の凸面観.
6. 凸型で CT スキャン法を試みた 4 つの断面像.
7. 窪みの凸面の凹凸を考慮して描いたスケッチ（縦楕円形の窪みは 1 個の縦長の足跡ではなく山の字形が前後に 3 個以上重なっていることが分かる）.
8. 産地③から産出した輪郭がほぼ円形で、その底面を取り囲む 5 個の小さな楕円形の深い窪み.

図版 4

1. 窪みから取ったシリコンゴムの凸面観.
2. 凸型で CT スキャン法を試みた 1 つの断面像.
3. 図版 4-1 の凸型のスケッチ.
4. テラス面より上位のシルト層で常時海水の影響を受けない傾斜面に見られた全体の形態は下向きの山の字形のもの.
5. 傾斜面に見られた下向きの山の字形のもの.
6. 現生種スマトラサイの前足部の背面観.
7. 2 個が対になったササノハ形の窪み.
8. 実際は前後足で 4 個のササノハ形の窪みの復元図.

図版 5

1. 2 個が対になったササノハ形の窪みが 2 個並んでいる.
2. 実際は前後足で 4 個のササノハ形の窪みの 2 個の復元図.
3. 2 個が対になったササノハ形の窪み.
4. 実際は前後足で 4 個のササノハ形の窪みの復元図.
5. 産地②から産出した逆 T 字形をしたもの.
6. 図版 5-5 の逆 T 字形のスケッチ.
7. 直径が 4 ~ 6 mm の細い管の断面が播種状に見られる生痕化石.
8. 直径が 1.5 ~ 2cm の円筒形で地層を垂直に貫通している砂管 (サンドパイプ) の様子.



图版 2



1



2



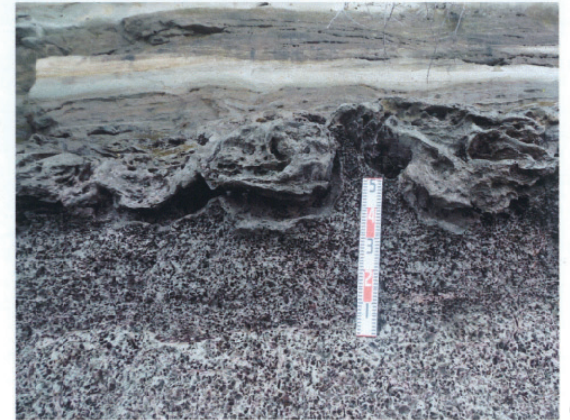
3



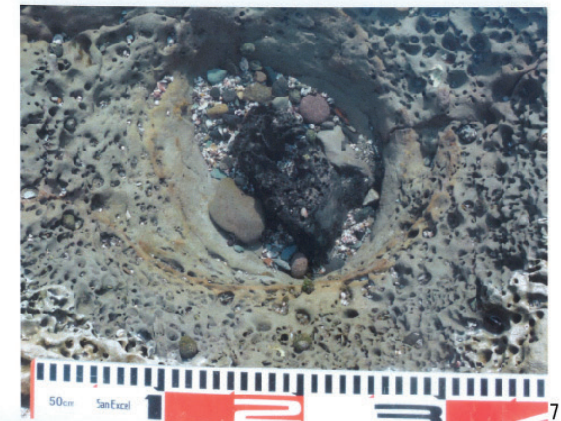
4



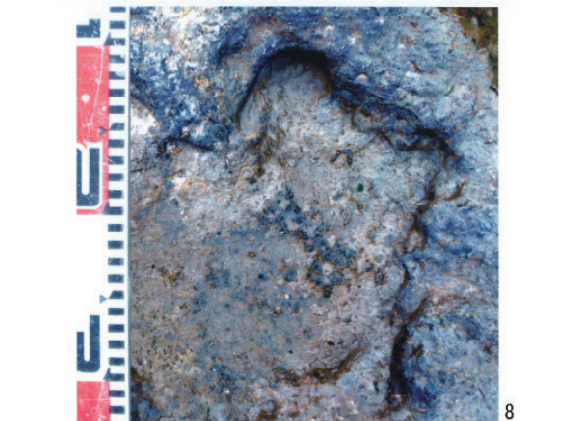
5



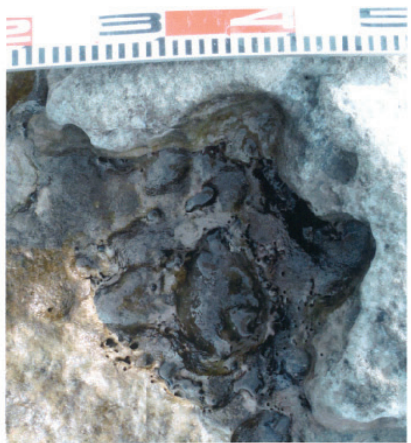
6



7



8



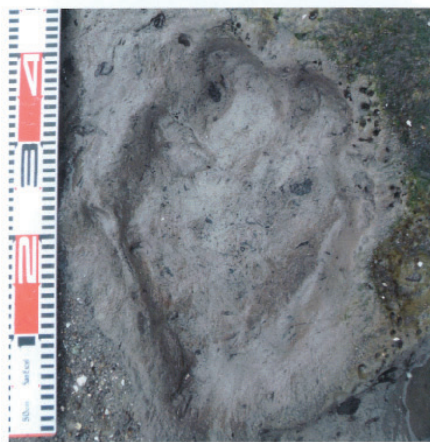
1



2



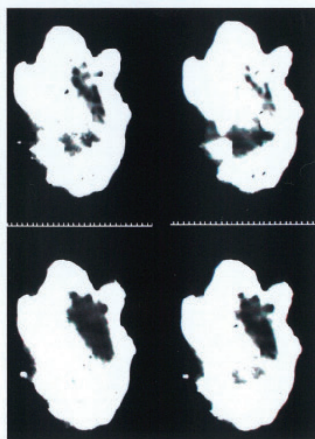
3



4



5



6

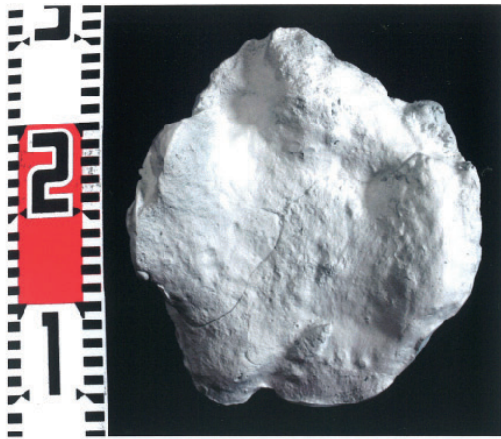


7



8

图版 4



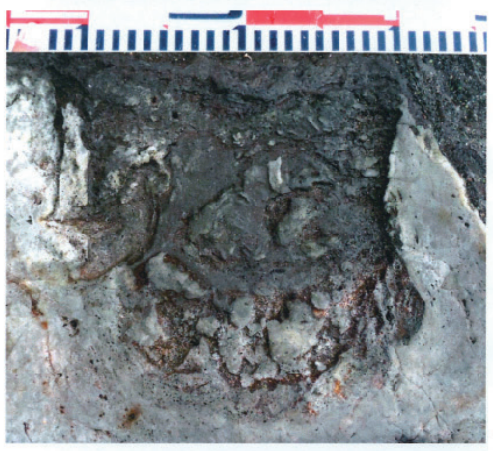
1



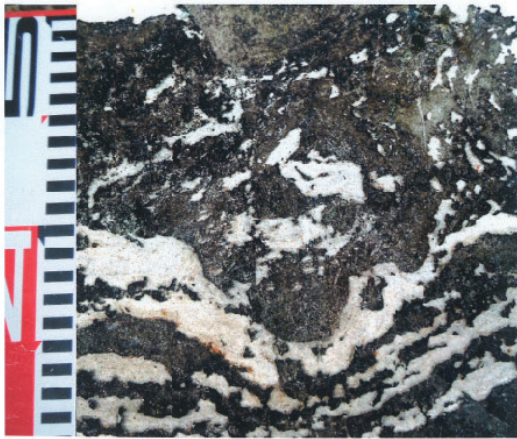
2



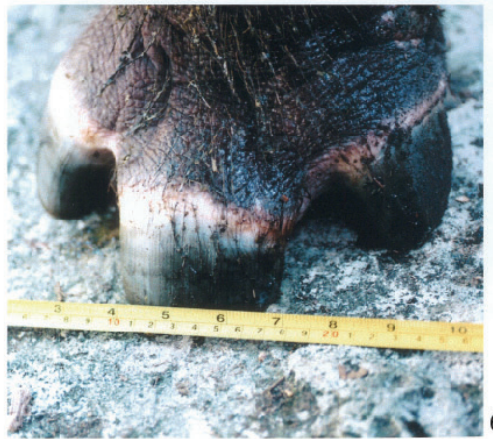
3



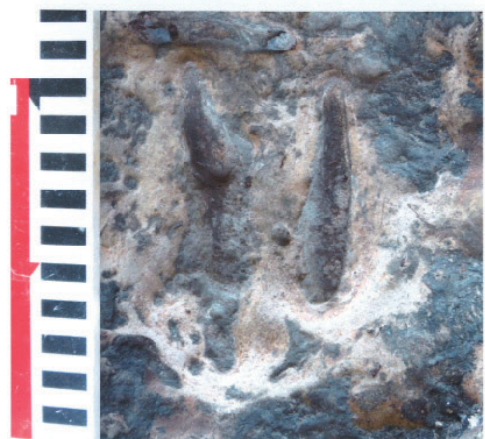
4



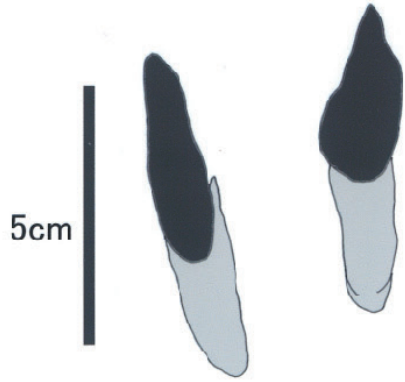
5



6



7



8

