

# 兵庫県豊岡市段地域の下部中新統から産出した足印化石

安野 敏勝\*・三木 武行\*\*

Early Miocene footprint fossils found in the Dan district, Toyooka City, Hyogo Prefecture, western Japan  
Toshikatsu YASUNO\*, Takeyuki MIKI\*\*

(要旨) 豊岡市段地域に分布する新第三系中新統を下位から順に岩相A, 岩相B, 岩相Cおよび岩相Dに4区分し, その分布概略図を示した. 岩相A~Cは下部中新統八鹿層上部に, 細かくは岩相Aが今子デイスイト部層, 岩相Bが香住砂岩泥岩部層, 岩相Cが河江流紋岩にそれぞれ対比した. 岩相Bから, 哺乳類とワニ類の足印および大型植物などの化石群集が産出した. 哺乳類は偶蹄類, 奇蹄類および長鼻類からなり, これは香住地域・竹野地域や京丹後市北西部の海岸地域から産出している化石群集にほぼ匹敵する. 植物化石は台島型植物群に属する.

キーワード：豊岡市段, 下部中新統, 足印化石, 哺乳類, ワニ類 台島型植物群

## 1 はじめに

豊岡市竹野町の中村から床瀬にかけての山椒川流域には主に砂岩・泥岩・礫岩などからなる中新世の碎屑岩類が分布していることが知られていたが, 長らく化石の記録がなされていなかった. 安野 (2007) は, 中村北部の山椒川河床から哺乳類の足印化石 (長鼻類および偶蹄類) などを発見し, この地域に香住海岸や竹野海岸などに分布する八鹿層上部の香住砂岩泥岩部層 (安野2005a, b) に対比される地層が分布すると報告した. この地域の地質については, 兵庫県地質鉱産図 (兵庫県地質図作成委員会編, 1961) 以来, 碎屑岩類は新第三系豊岡層 (累層) に一括された地質図が示されているだけであった. 予察的な調査で, 中村の北東の段地域には火山円礫岩, 火山碎屑岩類, 砂岩泥岩が主体の碎屑岩類などが分布していて, 若干の植物化石なども得られた. そこで段地域における, 岩相層序・分布および哺乳類足印ほかの化石の産出状況を明らかにすることを目的に調査を行った. その結果, 岩相層序は4区分され, 哺乳類 (偶蹄類・奇蹄類・長鼻類) とワニ類の足印および植物葉体などからなる化石群集が産出することが明らかになった. ワニ類の足印化石が香住海岸産に次いで産出したことは当時の動物相の食物連鎖を考察する上でも意義がある. 以下に化石産地周辺の地質概略と産出した化石群集について述べる.

## 2 地質概略

豊岡市竹野町南部には, 中新統が広く分布している. 今回の調査はとくに竹野町段地域を対象に, 主に銅山から段に至る谷沿い, 銅山から床瀬に至る山椒川沿い, 段から東方の矢次山に至る林道 (以下矢次山林道と仮称), 床瀬~番屋峠の東方 (目坂の西方) に至る道路沿いおよび段から番屋峠の東方に至る林道沿いを中心に行った. この結果, 中新統は下位から順に岩相A, 岩相B, 岩相Cおよび岩相Dの4つに区分された (表1). 岩相Aは主に火山円礫岩およびデイスイト質火砕岩類からなる. 岩相Bは凝灰岩類を伴う, 泥岩, 砂岩および礫岩からなる. 化石は本岩相から産出した. 岩相Cは流紋岩からなる. 岩相Dはヒン岩 (岩脈および岩床) からなる. 岩相Aと岩相Bは同時異相の関係にあり, 岩相Bは岩相Aの中部~上部に挟まれている (表1). 図1に各岩相 (岩相Dは省略) の分布を示した.

表1 豊岡市段地域の新第三系層序

地質時代	層 序
第 四 紀	完 新 統
	更 新 統
中新世?	岩 相 D
前期中新世	岩 相 C
	岩 相 A
	岩 相 B

\*福井工業大学附属福井高等学校, 〒910-8505 福井市学園3丁目6-1

\*Fukui Senior High School attached to Fukui University of Technology, 6-1 Gakuen-cho, Fukui 910-8505, Japan

\*\*豊岡市大交流課ジオパーク普及啓発専門委員, 〒668-8666 豊岡市中央町2-2

\*\*Division Domestic Strategies Team, 2-2, Cyuou-machi, Toyooka, Hyogo 668-866, Japan

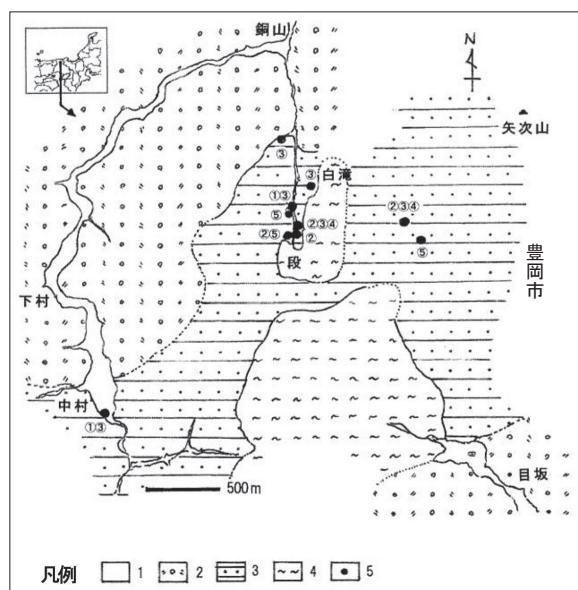


図1 豊岡市段地域の地質概略図と化石産地

1, 第四系 2, 岩相A: 火山円礫岩・デイサイト質火砕岩類 3, 岩相B: 碎屑岩類・凝灰岩類 4, 岩相C: 流紋岩 5, 化石産地 2~4, 新第三系下部中新統 ①, 偶蹄類 ②, 奇蹄類 ③, 長鼻類 ④, ワニ類 ⑤, 大型植物 (岩相Dは省略)

#### 岩相A:

本岩相は、調査地域の新第三系の最下部に位置し、火山円礫岩およびデイサイト質火砕岩を主体としている。火山円礫岩は、辻レキ岩(弘原海・松本, 1958)と呼ばれている不淘汰の火山円礫岩に相当する。本岩相は、段の入口付近の谷沿いと銅山から中村北部にかけての山椒川沿いなど、主に北西部の地域に広く分布している。下村や銅山の南部では火山円礫岩の上部に薄い砂岩を挟んでいる。詳細の構造は不詳であるが、概ね緩く南に傾斜している。下村南部~中村北部および銅山南部では、デイサイト質火砕岩類が火山円礫岩と同時に異相の関係を示し、一部にデイサイト溶岩を伴っている。なお、本岩相はここより東方の目坂西部~奈佐森林公園(調査地域外)にも分布している。

層厚: 下限は不明であるが、観察できた範囲内では少なくとも100 m以上である。

層序関係: 中村北部, 銅山南部(段の入口付近)で、同時異相の関係で岩相Bに覆われる。これより下位の岩相は確認されていない

#### 岩相B:

本岩相は、凝灰質の泥岩砂岩, 砂質マトリックスを多く含む円礫岩などを主体としており、これにデイサイト質~流紋岩質の火砕岩類を伴っている。段の谷沿いの南半部, 段~矢次山林道(以下矢次山林道と仮称), 山椒川沿いの南部(中村北部~床瀬)に分布している。白滝以西~段北部に分布するマトリックスが有勢な火山礫凝灰岩を主体とする火砕岩類は調査地域では最下部に当たる。段および矢次山林道では、薄い礫岩層を



図2 段の谷川の河床部の礫岩層

挟む泥岩層や砂岩層が優勢である。段では、薄い礫岩層(図2)の上下の砂岩層や泥岩層から足印化石が産出している。地層は全体に北北東に緩く傾斜している。この西側の谷の河床部では、炭化木材を含む炭質物に富む黒色泥岩の薄層も見られ、転石として亜炭礫(厚さ20 cm)のほかに小さな立株を含む泥岩礫などが得られた。

層厚: 段付近では、80~100 mである。

層序関係: 中村北部および銅山南部(段の入口付近)で、同時異相の関係で岩相Aに重なる。

産出化石: 植物葉体, 珪化木, 立株, 哺乳類の長鼻類, 奇蹄類および偶蹄類の足印, ワニ類の足印と爪印および底生動物による生痕などの化石が産出した。

#### 岩相C:

本岩相は、岩相Aと岩相Bを貫いており、全体がほぼ貫入岩体と推定される塊状の流紋岩からなる。一部に火砕流とも見られる岩相を伴っているが、これまでは降下火砕岩類や異質の火山岩礫を含む火砕岩類などは確認されていない。調査地域では段~白滝(景勝地の一つ)に分布する岩体と段南方~番屋峠東方(目坂西方)とに少し離れて分布している。このように地表部では連続した露出ではないが、地下ではまとまった一つの岩体を形成している可能性がある。段や白滝での岩相Bとの接触部では一見溶岩流のような顕著な流理状の構造が発達した岩相が見られるが、これはマグマの急冷による構造(急冷相)であると推定される。この風化が進行した部分は、岩相Bの凝灰質泥岩砂岩の細互層が風化したものとよく類似した様相を呈する。

層厚: 下限と上限は不明であるが、地表で観察できた範囲では、50 m以上である。

#### 岩相D:

本岩相はヒン岩からなる。多数の大小の岩脈と岩床からなり、岩相A~Cを貫いている。岩脈は、段の谷, 矢次山林道および番屋峠北西の林道などに分布している。このヒン岩については以下に述べるような新発見があった。兵庫県地質鉱産図(兵庫県地質図作成委員

会編, 1961) 以後の地質図では, 火山岩体 (以下矢次山ヒン岩体と仮称) が矢次山を中心とする一帯を覆ってほぼ南北に分布している。しかし, 今回の調査によって, 矢次山林道の地域 (ここでは矢次山の南西側の地域に限られる) には岩相Bの砂岩泥岩層が分布している (図1), 後述の足印化石などが産出することが明らかになった。すなわち, 少なくとも矢次山一帯の南西部を広く覆う火山岩体としての矢次山ヒン岩体が存在しないことは明らかである。恐らく, 矢次山北東側 (今後調査予定) においても火山体としては存在しない可能性が高い。

**海岸地域の下部中新統との層序対比:**

岩相Aおよび岩相Bは, 県北の海岸地域に分布している下部中新統八鹿層上部 (安野, 2005a, b) に対比される。岩相Bは岩相Aの中部~上部と同時異相の関係にあり, それぞれ岩相Aは今子デイスイト層 (部層) に, 岩相Bは香住砂岩泥岩層 (部層) に対比される。また, 岩相Cは豊岡市南西部に分布する河江流紋岩に対比される。河江流紋岩は, 本地域では八鹿層の最上部のものであり, 海岸地域の今子デイスイト層の上部に位置するものと推定される (安野, 2017)。

**3 産出化石**

岩相Bから, 哺乳類 (長鼻類, 奇蹄類および偶蹄類) の足印, 爬虫類 (ワニ類) の爪印・足印, 植物葉体, 珪化木~炭化木 (立株を含む) および生痕などの化石群集が地層中や転石から産出した。化石は段の谷およびその周辺の谷に集中して産出した (図1)。ほかに足印化石は矢次山林道, 白滝および銅山南部 (段の入口) からも産出した。以下に主な産出化石の概要を述べる。

**長鼻類足印:**

段の谷の河床の巨大転石から化石1点が産出した (図3, 図版1の1)。転石は薄い礫岩層を伴うクロスラミナが顕著な砂岩泥岩層からなる岩塊で, 足印は砂質泥岩層の上面から産出した (図版1の1)。前足と後足が重複した足印で, 印長と印幅はそれぞれ, 前足が19~20 cmと約19 cm, 後足が約20 cmと約17 cmであった。ほかに重複した偶蹄類足印化石が共存していた。なお, 安野 (2007) が中村北部の山椒川河床の地層から足印を報告している (図版1の2)。

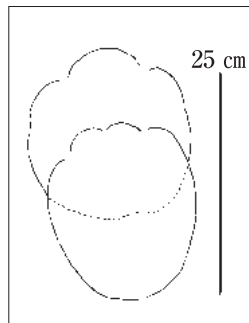


図3 段産長鼻類

**奇蹄類足印:**

足印は離れた2地点から産出した。このうち段の谷の河床 (図4) では, 化石は火山礫凝灰岩に重なるクロスラミナを有する凝灰質泥岩から産出した (図4, 図版1の3と4)。図版1の3の足印 (図中の上下の矢印) は, 不鮮明であるが, 地層上面の2個の足印 (凹型) である。図版1の4の足印は, そのうちの1個 (上方の矢印) の足印のカウンターパートの一部である。この化石はわずかにずれた2個の足印であるが, 前後足による2足かどうかは確定できなかった。散在する黒色チップ状のものほとんどのものは植物由来の炭化物である。もう1点は矢次山林道からのもので, 足印は小露头 (高さ約2 m) の砂岩泥岩層 (図6の上下の矢印) から産出したものである。図版1の5の足印 (図7) は, 得られた岩塊の地層上面 (図6の上方の矢印) に不鮮明な印象として出現したもので, 複数の偶蹄類足印化石が

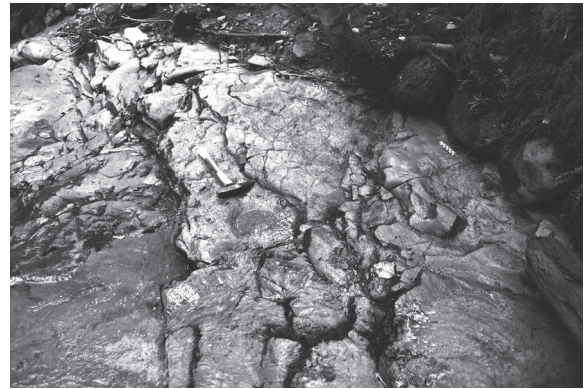


図4 ワニ類と奇蹄類の足印化石が産出した段の谷の河床

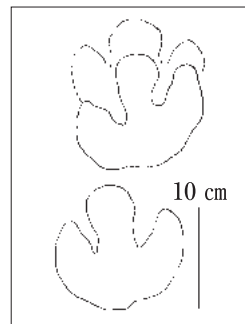


図5 段産奇蹄類

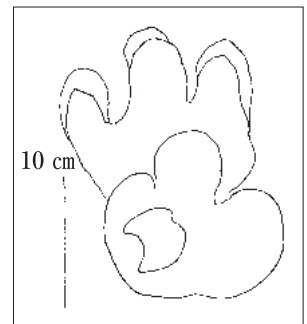


図7 矢次山林道産偶蹄類・奇蹄類

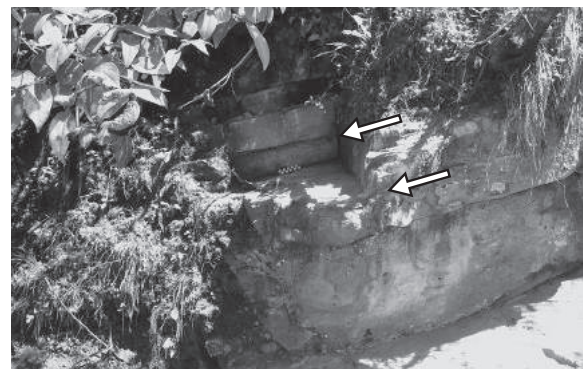


図6 矢次山林道 (北) の足印化石産地の露头

共存している。そこで、この地層面（図版1の5）のアルミニウムシート型をトレースしたものを示した（図版1の6）。化石は比較的小型のもので、2個の足印の印長と印幅は、それぞれ12~13 cmと13~14 cmである。

**偶蹄類足印化石：**

足印は露頭および転石から最も多く産出している。銅山の南部（段の入口付近）では、転石の凝灰質砂岩泥岩層からなる巨礫（転石）の泥岩から産出した。白滝の滝近くの下流側の河床では、火山礫凝灰岩～凝灰岩角礫岩に挟まれた薄い青灰色

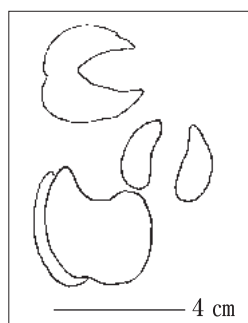


図8 矢次山林道産偶蹄類

泥岩中から偶蹄類足印の断面が産出した（図版1の7）。足印の可能性のあるものは他にも1個見られた。図版1の8の足印は、段の河床の泥岩から産出したもので、足印の印長と印幅は共に約4 cmである。図版1の9の足印は、段の谷の西側斜面からの巨大な泥岩転石から産出したもので、炭質物の上を踏んでいる。図版1の10はこれのアルミニウムシート型（凸型）である。足印の印長と印幅は共に約3 cmである。なお、この転石からは多数の植物葉体化石が産出した。図版1の11の足印は、段の西側の谷の泥岩転石（縦横20 cm、厚さ150 m）の地層上面の足印化石の一つで、足印口を埋める泥岩やこれを取り巻くラミナの変形がよく保存されている。これの裏側（地層下面）からも、少なくとも4個が産出した。これらの足印化石の印長と印幅は共に4~5 cmである。図版1の12と13の足印は矢次山林道の同じ小露頭（図6）から産出したものである。図版1の12（図8）は泥岩直上の砂岩薄層（図6の下方の矢印）に記されたもので、図版1の13の化石は、この

約15 cm上位の砂岩泥岩層を掘り割った上面（図6の上方の矢印）から産出したものである。この面に奇蹄類足印（図版1の5）が共存している。

**ワニ類の爪印および足印化石：**

足印は、段の谷の河床（図4）および矢次山林道（図6）の2地点から産出した。図版2の1の足印は、段の谷の河床の泥岩層（図4）の上面に見られた浅皿状の凹みで、写真では不詳であるが、爪印や足印が凹み内部に存在している。図2の2の足印は、そのうちの比較的保存の状態が良好なものである（凹型）。これの検討のために反転像（凹型）を図版2の3に示したが、はっきりと細長い笹の葉状の爪印と踵底部の浅い凹みが確認できた。図版2の4の足印は、矢次山林道の露頭の地層上面（図6の下方の矢印）から産出したもので、複数の爪印と思われるものが見られる。これは今後検討を要する。この面には偶蹄類足印も産出している（図版1の12）。図版2の5の爪印は、段の谷の転石（礫を含む砂岩）から産出したものである。これのシリコンゴム型を検討した結果、直交する鋭い爪印群、と母岩では不鮮明で分かり辛かった痕跡的な足印と尾痕を確認することができた（図版2の6の白枠内）。図版2の7は、この足印を拡大したもので、少なくとも4本の指印と楕円形に近い踵部を確認することができた。足印長と足印幅はそれぞれ6 cmと4.5 cmこの転石と類似した岩相の河床の地層中からは化石を確認することができなかったものの、ここでは化石が少なくとも2層準から産出していることは明らかである。なお、北但層群産の化石としては、これらは香住海岸から産出した化石（安野, 2003 :

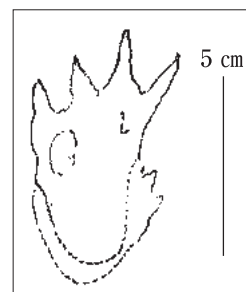


図9 段産ワニ類（型）

表2 豊岡市段地域産植物化石リスト

分 類		化 石
裸子植物	ヒノキ科	メタセコイア属 <i>Metasequoia occidentalis</i> (Newberry) Chaney セコイア属? <i>Sequoia</i> ? sp.
	クスノキ科	リッチアフィルム属 <i>Litseaephyllum</i> sp. チュウシンフウ <i>Liquidambar miosinica</i> Hu et Chaney フウ属 <i>Liquidambar</i> sp.
被子植物	マンサク科	パロチア属 <i>Parrotia prisitina</i> (Ettingshausen) Stur
	ヤナギ科	ハコヤナギ属 <i>Populus</i> sp. ヤナギ属 <i>Salix</i> sp.
	マメ科	サイカチ属 Cf. <i>Gleditsia tanaii</i> Matsuo
	カバノキ科	ハンノキ属 <i>Alnus miojaponica</i> Tanai ハンノキ属 <i>Alnus</i> sp. (infructescence)
	バラ科	バラ属 <i>Rosa</i> sp.
	ニレ科	ニレ属 <i>Ulmus</i> sp.
	アオギリ科?	"ウリノキ属" <i>"Alangium" aequalifolium</i> (Geoppert) Kryshstovovich et Bolsuk
	ムクロジ科	カエデ属 <i>Acer</i> sp. aff. <i>A. Nordenskiöldi</i> Nathorst カエデ属 <i>Acer</i> sp.
	ウコギ科	ハリギリ属? <i>Kalopanax</i> ? sp.
	類縁不明	科不明

香住町教育委員会編, 2005) に次いで2例目のものである。哺乳類の足印は前述したように北但地域から京丹後市久美浜町に至る広域の多数の産地から報告されている(安野, 2009, 2017) が, ワニ類はわずかに香住海岸からしか産出していなかった。本地域からワニ類の足印が産出したことは当時の生態系における食物連鎖などについて考察する上で意義がある。

#### 植物化石:

化石の大部分は段の谷に限られ, かつ主に2個の砂岩泥岩の巨大転石から産出した。産出した化石(表2)は, 12科18属7種からなり, *Metasequoia-Liquidambar-parrotia-Alnus-Salix* を優占属(5個体以上産出)として, "*Alangium*", *Acer* が次いでいる。これは台島型植物群集の一部を構成するものである。化石の産地・産状にも起因するが, これが河畔の植物が優先する限定的な植相であることは, 化石が河川性堆積物と見られる円礫岩を伴ったりあるいはクロスラミナが発達した泥岩砂岩から産出したこととも整合する。ほかに, 直立樹幹・立株の印象, 樹幹(直径約40 cm)の針葉樹珪化木などが産出した。

## 4 まとめと今後の課題

本報告では, 豊岡市段地域の地層と化石について行った調査の結果を以下のようにまとめた。(1)分布する新第三系を下位から順に, 火山円礫岩・デイサイト質火砕岩類からなる岩相A, 主に碎屑岩類からなる岩相B, 流紋岩からなる岩相Cおよびヒン岩の岩脈・岩床からなる岩相Dの4岩相に区分し(表1)。岩相A~Cは下部中新統八鹿層上部に位置づけて, それぞれ岩相Aは今子デイサイト層, 岩相Bは香住砂岩泥岩層, および岩相Cは河江流紋岩に対比した。(2)従来矢次山一帯を形成するとされたヒン岩体は, 少なくともその南西部では一つの岩体ではなく多数の岩脈と岩床からなるものであることを示した。(3)各岩相(岩相Dは省略)の分布を地質概略図に示した(図1)。(4)岩相Bから哺乳類(長鼻類, 奇蹄類, 偶蹄類)の足印, ワニ類の足印と爪印および台島型植物群に属する大型植物などの化石が産出した。産出した化石群集は, 豊富な組成を有する香住海岸(安野, 2003; 香住町教育委員会編, 2005), 竹野海岸(安野, 2005a)や京都府北西部海岸(安野, 2012; 2017)のものにはほぼ匹敵する。また予備調査では, 本調査地域外の西方(三原~三川山)および東方(豊岡市奈佐川流域)に岩相Bなど分布している。とくに東方には“辻レキ岩”の模式地があり, これまで進めてきた海岸地域の今子デイサイト層(安野, 2005b)との関係を明確することができるものと考えられる。

## 謝辞

滋賀県足跡化石研究会の岡村喜明会長には足印化石についてご教示と現生のワニ類とオオトカゲ類の足印の写真を提供していただいた。国立科学博物館地学研究部の矢部淳研究主幹には植物化石を同定していただいた。平成29年度山陰海岸ジオパーク学術研究奨励助成金の一部を使用した。福井市自然史博物館の地学系学芸員の有役なコメントによって本報告は改善された。ここに記して厚くお礼申し上げる。

## 引用文献

- 香住町教育委員会編, 2005, 香住町足跡化石調査報告書。香住町, 107p.
- 兵庫県地質図作成委員会編, 1961, II, 5 新生界, 17万分の1兵庫県地質図および同説明書。兵庫県, 61-76.
- 弘原海清・松本隆, 1958, 北但地域の新生界層序~近畿北西部の新生界の研究(その1)。地質雑, 64(759), 625-637.
- 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, II, 兵庫県北部香住町新第三系層序。香住町教育委員会編, 香住町足跡化石調査報告書。香住町, 5-25.
- 安野敏勝, 2005b, 兵庫県豊岡市竹野海岸から産出した前期中新世化石群集。福井市自然史博物館研究報告, (52), 43-65.
- 安野敏勝, 2007, 兵庫県豊岡市中村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, (54), 33-40.
- 安野敏勝, 2009, 福井県および兵庫県の日本海沿岸地域における中新世足跡化石の概要。化石研究会誌, 41(2), 89-96.
- 安野敏勝, 2012, 京都府京丹後市の下部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, (59), 17-25.
- 安野敏勝, 2017, 京都府京丹後市の下部中新統から新たに産出した化石。福井市自然史博物館研究報告, (64), 27-30.

## Abstract

Neogene deposits in the Dan district in Toyooka City, Hyogo Prefecture were subdivided into 4 members (M. A to M. D) and they correlated to the Lower Miocene Yoka Formation, and their geologic map were drawn. Mammalian and Crocodylian footprints and megaplant fossils were found from the Member B, and a such fossil assemblage is very similar to that of the Yoka Formation widely distributing in the Hokutan district.

## Key words

Dan district in Toyooka City, Lower Miocene, footprint fossil, mammalia, crocodylia, Daijima-type flora

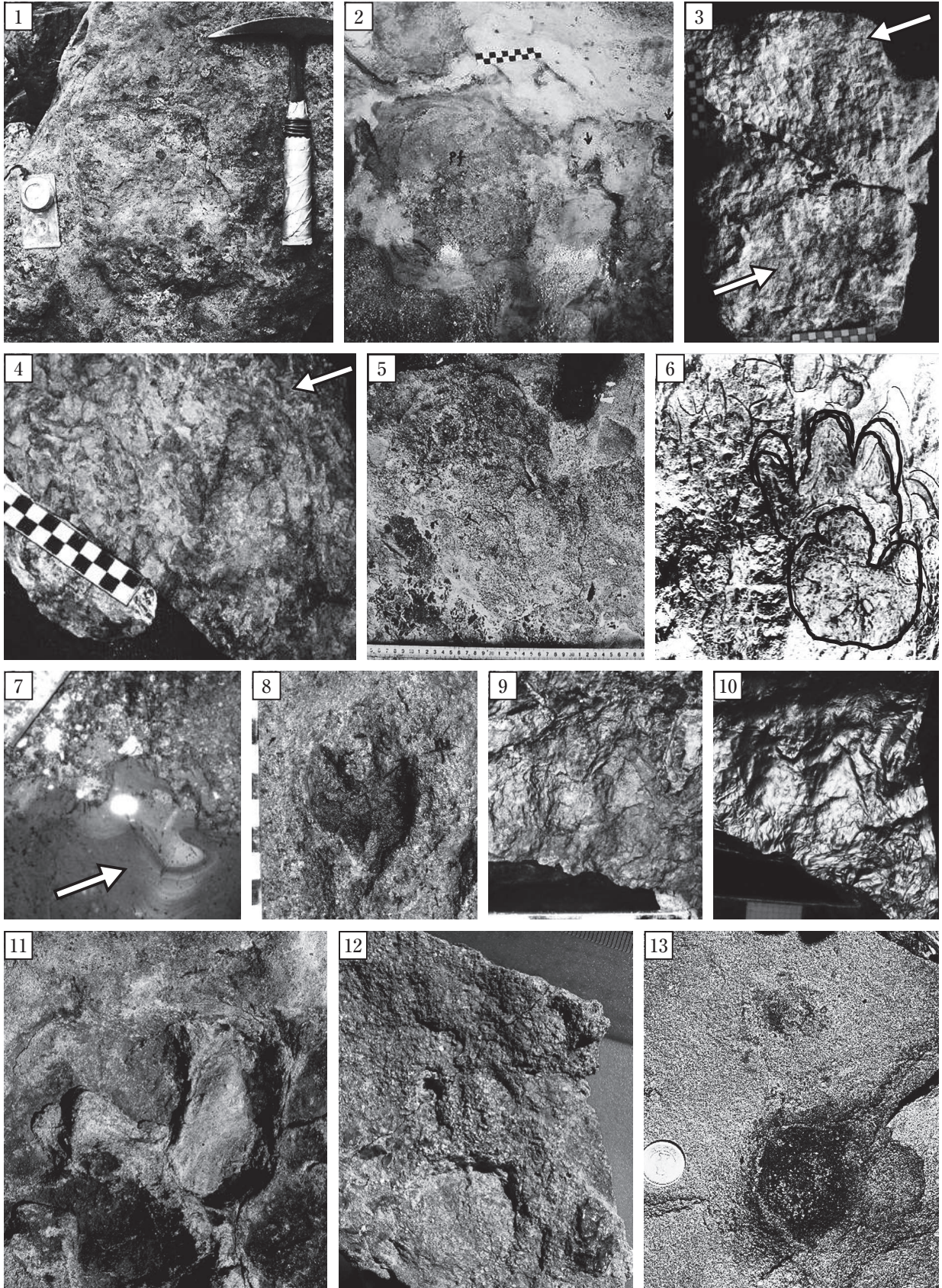
図版1 豊岡市段地域産長鼻類、奇蹄類および偶蹄類足印化石

1. 長鼻類・偶蹄類足印，段の谷産，泥岩・砂岩・礫岩，転石
2. 長鼻類・偶蹄類足印，中村産，泥岩・砂岩・礫岩，（安野，2007より）
3. 奇蹄類足印（上方と下方の矢印），段の谷産，泥岩，地層上面
4. 奇蹄類足印，段の谷産，泥岩，地層下面，写真3の上方の矢印の部分，地層下面
5. 奇蹄類・偶蹄類足印，矢次山林道産，地層上面
6. 写真5の復元型（アルミニウムシート型）のトレース，太い線は奇蹄類足印，細い線は偶蹄類足印
7. 偶蹄類足印，白滝産，凝灰岩に挟まれた泥岩薄層産，斜めの縦断面
8. 偶蹄類足印，段の谷の河床産（凹型），地層上面
9. 偶蹄類足印，段の谷産（凹型），泥岩・砂岩中の炭質ラミナ上面，西側の斜面由来の転石
10. 偶蹄類足印，写真9の復元型（アルミニウムシート型，凹型）
11. 偶蹄類足印，段の谷の西側の谷産，複数の足印のうちの一つ，足印口を泥が埋積，泥岩の上面，転石
12. 偶蹄類足印，矢次山林道，泥質砂岩の上面，
13. 偶蹄類足印，細粒砂岩上面，同一地層面に写真6の奇蹄類足印が共存。

図版2 豊岡市段地域産ワニ類の爪印・足印化石

1. ワニ類の爪印および足印化石が存在する浅皿状の凹み構造，段の谷産，凹み構造は複数存在，地層上面
2. ワニ類の足印化石，写真1の白枠部分の拡大
3. 写真2の反転画像（足印の分析のためのもの）
4. ワニ類の足印化石とみられるもの，矢次山林道産
5. ワニ類の爪印化石など，段の谷産，図2の礫岩層付近に由来の転石
6. 写真5のシリコンゴム型，足印化石（白枠内）および爪印化石
7. ワニ類の足印化石，写真6の白色枠内部分の拡大，爪印と比較すると足印の大きさはかなり小型

図版1 豊岡市段地域産長鼻類、奇蹄類および偶蹄類足印化石



図版2 豊岡市段地域産ワニ類の爪印・足印化石

