

# 兵庫県豊岡市矢次山周辺の新第三系と化石

安野 敏勝\*・三木 武行\*\*

Neogene stratigraphy and fossils around area of Mt. Yatugi in Toyooka City, Hyogo Prefecture, central Japan

Tosikatsu YASUNO\*, Takeyuki MIKI\*\*

(要旨) 豊岡市矢次山周辺地域の新第三系中新統を、隣接した段地域の層序区分に従って下位から順に岩相A, 岩相B, 岩相Cおよび岩相Dに区分し、本地域の地質図を示した。岩相A～Cは下部中新統八鹿層上部に、岩相A, 岩相Bおよび岩相Cはそれぞれ今子デイスaito部層, 香住砂岩泥岩部層および河江流紋岩層に対比される。岩相Bから哺乳類(長鼻類, 奇蹄類, 偶蹄類)の足印および台島型植物群に属する葉体などの化石が産出した。この化石群集は、兵庫県北部の香住海岸・竹野海岸・京都府北西部・豊岡市日高町などから産出している化石群集と類似している。

キーワード：豊岡市, 矢次山, 下部中新統八鹿層, 哺乳類足印化石, 台島型植物化石

## 1. はじめに

豊岡市一帯には広く新第三系が分布している(弘原海・松本, 1958; 池辺ほか, 1965など)。弘原海・松本(1958)はこれを下位から順に高柳層, 八鹿層, 豊岡層および村岡層の4累層に、それぞれをいくつかの部層に細分し、ほぼ累層単位の地質図を示した。その後の兵庫県地質産図(兵庫県地質作成委員会編, 1961)や兵庫県土木地質図(兵庫県土木地質図編纂委員会編, 1969)では、豊岡市竹野町南部に分布する新第三系は中新統豊岡層に一括され、この地質図は現在まで踏襲されている。近年、竹野町中村の山椒川河床から哺乳類足印化石が発見され、ここにも再定義された八鹿層香住砂岩泥岩部層(安野, 2005b)が分布することが分かった(安野, 2007)。その後、我々は、中村東方の段地域(矢次山西方)の新第三系と化石の調査を行い、岩相を下位から順に岩相A(火山円礫岩・デイスaitoおよび同質火砕屑岩類)、岩相B(化石を産出する、凝灰岩を伴う砂岩・泥岩・礫岩からなる碎屑岩類)、岩相C(流紋岩)および岩相D(ヒン岩岩脈)の4つに区分した。また、岩相Bから哺乳類(長鼻類・奇蹄類・偶蹄類)およびワニ類の足印・爪印、植物葉体、珪化木片などの化石群集を報告した(安野, 2018; 安野・三木, 2018)。本研究では、矢次山の東方から南方にかけての地域に分布する新第三系の調査を行うことにした。ここには、辻礫岩層(弘原海・松本, 1958)の模式地が含まれ、我々の一人(安野)が

以前から指摘してきた“辻礫岩層”と今子デイスaito層(安野, 2005a)などの岩相(デイスaito質火砕屑岩類, 碎屑岩類, 流紋岩など)との層序的關係を明らかにすることも主要な目的の一つとした。

## 2. 地質概略

我々は昨年(2018)の矢次山西方地域の報告(安野, 2018; 安野・三木, 2018)に次いで、今回その東方から南方の地域を調査した(図1)。ここでは調査ルートは、谷をMW1谷, 道路・林道を宮井ルートと呼ぶ便宜な名称を用いた。

調査地域内の新第三系中新統は、下位から順に岩相A, 岩相B, 岩相Cおよび岩相Dの4つに区分した(表1)。岩相名は、安野・三木(2018)を踏襲している。岩相Aは主に火山円礫岩およびデイスaito質火砕屑岩類からなり、辻礫岩層(弘原海・松本, 1958)を包含してい

表1. 豊岡市矢次山周辺地域の層序

| 地質時代 | 層序  |
|------|-----|
| 第四紀  | 完新統 |
|      | 更新統 |
| 中新世? | 岩相D |
| 前中新世 | 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

\*\*豊岡市日高町夏栗142

\*\*142 Natsukuri, Hidaka-cho, Toyooka, Hyogo, 669-5344, Japan

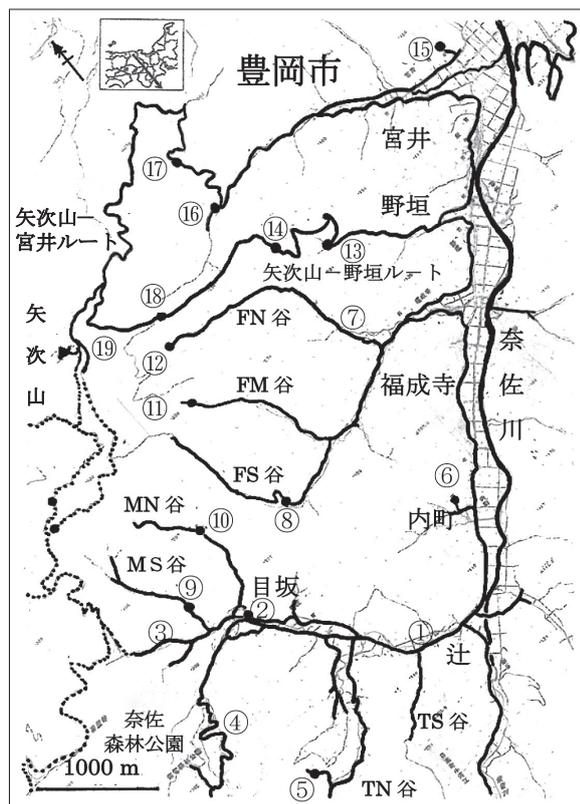


図1. 調査地域図  
 実線は調査ルートを示す。●印 (①～⑱) は主な露頭・化石産地を示す。

る。岩相Bは主に泥岩、砂岩および礫岩からなり凝灰岩類を伴い、足印化石および植物化石が産出する。岩相Cは流紋岩・同質火砕岩類からなる。岩相Dはヒン岩（岩脈と岩床）からなる。岩相Aと岩相Bは同時異相の関係にある。各岩相の分布の概略は地質図（図2）に示した。なお、岩相Dは分布が極小なために省略した。

#### 岩相A：

本岩相Aは調査地域内の新第三系の最下部に位置している。主に奈佐川沿いの地域に分布しており、調査地域の南半部を占めている。先新第三紀の多様な基盤岩類や八鹿層の火山岩類からなる不淘汰の亜円礫を多く含み、一般にマトリックスの少ない火山円礫岩およびデイサイト溶岩・同質火砕岩を主体とする。全体は塊状（無層理）であるが、目坂の河床では弱い層理を示し、福成寺や辻～目坂の河床などでは薄い砂岩層（走行はN55° E、傾斜は20° NW）を挟んでいる。

本岩相Aは、とくに辻～目坂に至る河床、内町西部、大谷東部、福成寺西部など（図1の①～③、⑦）でよく露出している。辻地区は辻礫岩層（弘原海・松本、1958）の模式地である。目坂南部の河床とその付近（図1の②付近）では、火山円礫岩層にデイサイト質火山碎屑岩との区別が困難な岩相が挟まれている。内町（図1の⑥）でも、火山円礫岩からデイサイト質火砕屑岩

に漸移的に岩相変化する露頭が見られる。福成寺西方のFM谷やFS谷では、デイサイト溶岩あるいは同質火砕岩が火山円礫岩に挟まれているものや、デイサイト岩脈あるいは岩床などが見られる。奈佐森林公園ルート（図1の④）では、火山円礫岩にブロック状の様相のデイサイト溶岩が重なっていて、デイサイト溶岩の一部に火山円礫岩が挟まれている。辻西方のTN谷（図1の⑤の南方）では、デイサイト溶岩・同質火砕岩が、同時異相（指交）関係で火山円礫岩の上位に重なっている。またデイサイト溶岩・同質火砕岩下部には火山円礫岩が挟まれている部分も見られる（たとえば図版1の5）。このようにデイサイト溶岩・同質火砕岩類が火山円礫岩中に挟まれていることから、火山円礫岩が堆積中にデイサイト質マグマの火山活動が起こっていたことは明らかである。全域では両者の区分をできなかったが、地質図（図2）示したようにTN谷や奈佐森林公園付近では両者の区分ができる。

層厚：下限は不明である。少なくとも調査地域では全体で350 mと推定される。火山円礫は最大約200 m、デイサイト溶岩・同質火砕岩類は最大150 m以上である。

層序関係：目坂、福成寺西部（FW谷）、野垣などで同時異相の関係により岩相Bに覆われる（たとえば図版1の2と3）。

#### 岩相B：

本岩相Bは、凝灰質の泥岩および砂岩、やや砂質マトリックスの多い円礫岩を主体としている。これらはよく成層しており、粗粒部ではクロスラミナが発達している。礫は、八鹿層の安山岩類と基盤の火砕岩類を含むが、おもにデイサイト溶岩と同質火砕岩類からなる。また流紋岩質（一部デイサイト質）の火砕岩類がたびたび挟まれている。本岩相Bは域内の北部に分布していて、とくに目坂地域のMS谷の東側とMN谷、福成寺地域のFS谷・FM谷・FN谷、矢次山～野垣ルートおよび矢次山～宮井ルートなどでは、成層した地層群がよく露出している。野垣ルートの下部では流紋岩質火砕岩類が発達している。宮井ルート（図1の⑬と野垣の中間）では、底生動物による生痕化石を含む泥岩層の直上に、火砕流あるいは火山活動による岩屑流の可能性が考えられる角礫岩が重なっている部分も見られる。また宮井ルートでは、砂岩泥岩層に挟まれる軽石質凝灰岩層によく成層した白色細粒凝灰岩があり、この部分から哺乳類足印化石が産出した（図版3の1と2）。これより20～30 m上位の砂岩泥岩層から、大型植物、立ち株と偶蹄類足印などの化石が産出した（図版1の1）。岩相Bは域内で最も高い矢次山の山頂直下まで分布しており、山頂部はヒン岩岩床による緩斜

面をつくっている。

層厚：調査地域では約350 mと推定される。

層序関係：福成寺のFN谷とFS谷および目坂で、一部同時異相の関係で岩相Aに重なる。

化石：大型植物（葉体）、珪化木、立株・直立樹幹、哺乳類（長鼻類、奇蹄類、偶蹄類）の足印、底生動物の生痕化石などが産出した。

**岩相C：**

本岩相Cは、流紋岩および同質火砕岩類からなり、おもに辻南西部のTN谷～TS谷に分布している。目坂付近の河床（図1の①と②の間）や矢次山付近（図1の⑱、⑲）では、岩相Aに貫入した薄い岩床が見られる。TN谷では、一部に成層した流紋岩質火砕岩類あるいは流理構造が発達した流紋岩ブロックからなる岩相があり、これらは溶岩流の一部であると見られる。目坂西部では、岩相Bとの境界部にマグマの急冷による構造（急冷相）が見られる（図1の③、⑨の南方）。

層序関係：辻の南西部（TN谷～TS谷）では岩相Aを、目坂西方（MS谷）では岩相Bを貫いている。

層厚：調査地域では約150 m以上と推定される。

**岩相D**

本岩相Dはヒン岩の岩脈と岩床からなる。矢次山－野垣ルート（図1の⑱と⑲）および矢次山－宮井ルートの間地点以西でよく見られる。ほ岩脈の幅と岩床の厚さは数m以内である。

**3. 矢次山一帯の火山岩体(ヒン岩)について**

兵庫県地質産図（兵庫県地質作成委員会編、1961）や兵庫県地質図（兵庫県土木地質図編纂委員会編、1969）では、火山岩体が矢次山を中心とする一帯を覆っている（以下、矢次山ヒン岩体）。2017年～2018年の調査の結果、矢次山と中心とする一帯を覆う矢次山ヒン岩体は存在しないことが分かった。従って、地質図（図2）ではこれを記載していない。先行研究の矢次山ヒン岩体の分布は、この一帯に分布している岩脈と岩床の分布域を単一の岩

体として示した可能性がある。

**4. 新第三系の層序と対比**

域内の新第三系は、下部から順に岩相Aから岩相Dに4区分され、岩相Bは同時異相の関係で岩相Aの中部～上部に挟まれている（表1）。この岩相区分は本調査地域西側の段地域における層序区分（安野、2018；安野・三木、2018）を踏襲した。岩相Aおよび岩相Cは、海岸部に分布している前期中新統八鹿層の上部に、さらに岩相Aは安野（2005a）の今子デイサイト部層に、岩相Bは香住砂岩泥岩部層にそれぞれ対比される。上述したように辻礫岩層（弘原海・松本、1958）は、デ

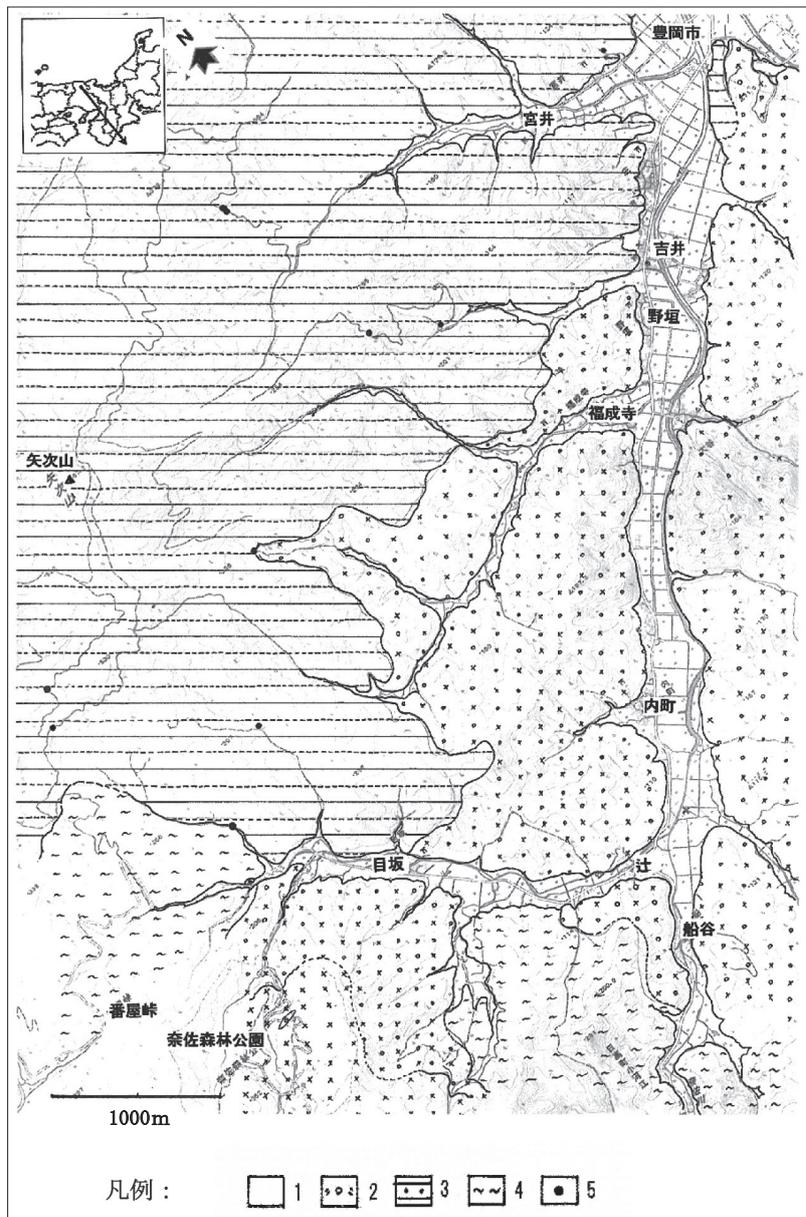


図2. 豊岡市矢次山周辺の地質図  
 1, 第四系 2, 岩相A: 火山円礫岩・デイサイト質火砕岩類（デイサイト質火砕岩類は奈佐森林公園を中心に分布）  
 3, 岩相B: 碎屑岩類・凝灰岩類 4, 岩相C: 流紋岩類  
 2～4, 新第三系下部中新統八鹿層 5, 主要化石産地

イサイト類と共に岩相Aに一括される。岩相Cは調査地域南方に分布する河江流紋岩に対比される。河江流紋岩は、今後に検討の余地を残すが、同時異相的な関係で今子デイサイト層上部の上半部に、また京丹後市久美浜地域の兎山流紋岩に対比される（安野，2017）。

## 5. 産出化石

岩相Bから、哺乳類（長鼻類，奇蹄類，偶蹄類）の足印，大型葉体，珪化木，立株および生痕などの化石群集が産出した。化石は，主に目坂地域のMS谷とMN谷，福成寺地域のFM谷とMN谷，野垣ルートおよび宮井ルートなどで，露頭あるいは転石から産出している。今回得られた足印化石は，これまで香住海岸，竹野海岸および京丹後市北西部海岸，香美町村岡地域，隣接の段地域などから産出したもの（例えば香住町教育委員会編，2005；安野，2003，2005b，2017；安野・三木，2018など）と同様のものである。

### 長鼻類足印化石：

化石は目坂MS谷の河床の砂岩泥岩層の1地点（図1の⑨）から産出した。化石は，流水下で絶えず浸食されていて足印の凹み構造は不明瞭であるが，露頭では赤褐色の支持砂岩層と足印の輪郭を示す青灰色泥岩層とのコントラストが顕著である（図3；図版2の1の長鼻類足印AとB）。化石は，2個の前足と後足の重複痕である。足印前方側に弱い丸い膨らみ（突出）があり，いずれも指印であると思われる。足印AとBは泥岩ラミナ3層ほどの違いが見られ，大きさも異なり，両者は別個体によるものである。足印Aの前足の印幅および後足の印長と印幅は，20.5 cmおよび20.5 cmと

19.5 cmである。足印Bの前足の印幅および後足の印長と印幅は16.0 cmおよび18.5 cmと16 cmである。

### 奇蹄類足印化石：

化石は，目坂のMS谷の河床（上述の長鼻類足印と共産）とMN谷（図1の⑩，泥岩転石），福成寺のMN谷（図1の⑫，泥岩砂岩礫岩転石）および宮井ルートの林道路面上（図1の⑰）から産出した。

MS谷の足印（図4の奇蹄類，図版2の3）は，浸食が著しく不鮮明なためにシリコンゴム型を検討した。これの印長と印幅はそれぞれ約13 cmと14 cmである。この他にも奇蹄類の可能性が高いものや奇蹄類のものである可能性がある円形の凹み構造などが見られた。

目坂MN谷（図1の⑩付近，泥岩転石）の足印（図5）は，2個の重複した足印AおよびBからなり，いずれも大型葉体が散在する泥岩転石表面の印象である。足印長と足印幅は，それぞれ足印Aは前方のものが12.3 cmと12.2 cm，後方のものが11.2 cmと11.1 cmであり，足印Bの前方の印長と印幅はそれぞれ9.5 cmと7.5 cmである。

福成寺FN谷の奥（図1の⑫）の転石表面の足印（図版2の4と5）は，礫岩を支持層とし，足印口の泥岩（印跡層）は浸食されている。2個の化石のうちの保存状態が良い重複痕をスケッチした（図6）。これらの印長と印幅はそれぞれ前方のものが共に15.5 cmである。

宮井ルートの化石（図7，図版3の1の奇蹄類AとB）は，白色凝灰岩中の層厚約3 cmを隔てて産出した。保存状態が比較的良好な上位の奇蹄類Aのシリコンゴム型（図版3の2）を検討した。これはかなり小型のもので，中央指（第Ⅲ指）と両側指の3個の指印が確認できた。これの印長と印幅は，それぞれ8.3 cmと8.5 cmである。

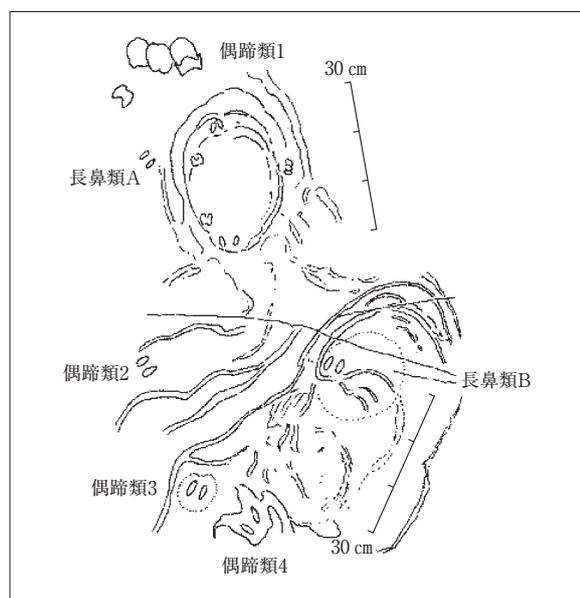


図3. 目坂MS谷⑨産足印化石1

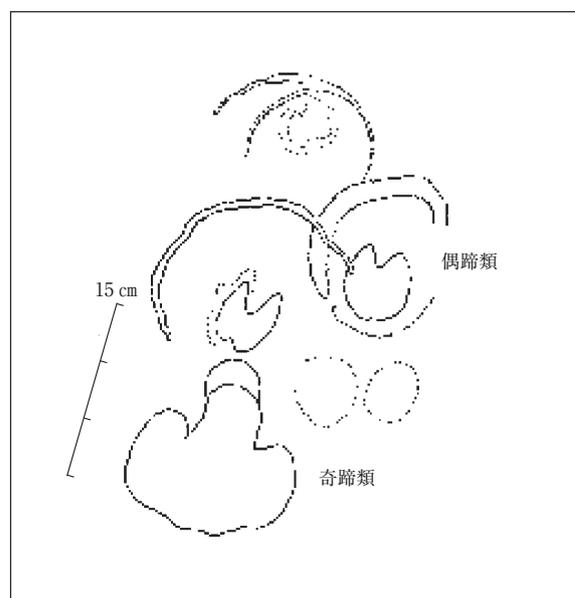


図4. 目坂MS谷⑨産足印化石2

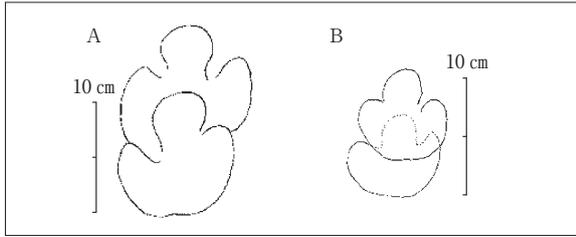


図5. 目坂MN谷⑩付近産奇蹄類足印化石

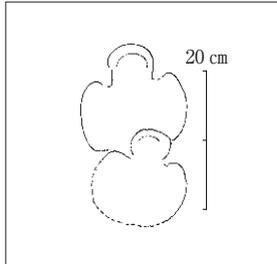


図6. 福成寺FN谷⑫産奇蹄類足印化石

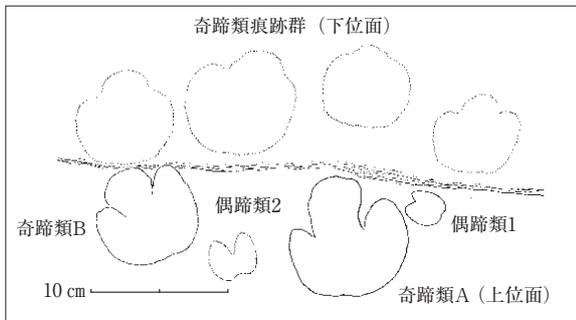


図7. 宮井ルート⑰産足印化石

**偶蹄類足印化石：**

化石は、目坂MS谷（上述の河床の長鼻類や奇蹄類の足印と共産）とMN谷（図1の⑩、転石）、福成寺FN谷（転石）野垣ルート（図1の⑭）および宮井ルートなどから多数産出した。いずれの足印にも副蹄印が保存されないか、ある場合でも外側に広がっていないので、イノシシ類ではなくシカ類のものと見られる。

それらの産状は多様であり、2個の笹の葉状の主蹄印が前方に開いたもの（図3の偶蹄類4）、平行であるもの（図3の偶蹄類2と3）、蹄部が深く沈み長方形～H形に近いもの（図3の偶蹄類1、図版2の2と3の偶蹄類、図版3の偶蹄類3）やそれに至る中間のもの（図4の偶蹄類、図8、図版2の6、図版3の3）などが存在する。

目坂MS谷の化石は、長鼻類の足印の内部やその周辺などに多数分布しており、行跡の一部の可能性もあるものも見られる（図版3の3）。これらの印長と印幅はほぼ同じで、4.5～5 cmである。また目坂MN谷では、足印化石が3地点（転石、図1には未記載）から産出している。

福成寺MN谷の足印化石は、近接した2個の転石から産出した。1個は上述の奇蹄類足印が付いたものである、化石（図版2の6）は、これと別の転石に付いた

足印の1例で、植物葉体と立木化石が共産した。両転石は泥岩砂岩礫岩層からなり、河道あるいは氾濫原のような環境の堆積物である可能性が高い。

野垣ルートの足印化石（図8）は、林道沿いの露頭から産出した。少なくとも4個の足印が植物葉体を踏んでいて、足印の印長と印幅は3～4 cmと約4.0 cmであった。

宮井ルートでは近接した2地点（図1の⑰付近）の林道路面から足印化石が産出した。下位の化石（図版3の1）は、薄く成層した白色の細粒凝灰岩から、上述の奇蹄類の足印化石と共産した。上位の化石（図版1の1）は、これより約10 m上に位置し、炭化物を多く含み黒色を呈する泥岩層から、立株化石（図版1の1）と共産した。炭化した立株の樹根が放射状に伸びていて、足印は樹根とほぼ同じか、あるいはそれより2～3 cm上位から数個が産出した。いずれも保存状態が不良で、多くはわずかに凹んだアンダープリントである。足印（図版1の1）の印長と印幅は共に約5 cmである。この周辺からはメタセコイア属や“ウリノキ属”などの大型植物化石が産出した。

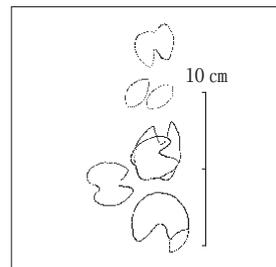


図8. 野垣ルート⑭産偶蹄類足印化石

**6. 大型植物化石・立株化石**

福成寺のFM谷（図1の⑪）とFN谷（図1の⑫）、野垣ルート（図1の⑬、宮井ルート（図1の⑱））、および宮井（図1の⑮）などから、台島型植物群に属する以下の大型植物化石が産出した。*Metasequoia occidentalis* (Newberry) Chaney, *Parrotia* sp., *Salix* sp., *Ulmus* sp., *Zelkova ungeri* Kovats, *Quercus* sp., “*Alangium*” *aequalifolium* (Geoppert) Kryshstofovich et Bolsuk. この他に立株（図版1の1）、直立樹幹（図1の宮井ルート⑰）および珪化木などの化石が産出した。

**7. まとめ**

今回の調査で得られた結果は次のとおりである。  
 (1)豊岡市矢次山の周辺地域の新第三系を、隣接する段地域の岩相区分に従い、下位から順に岩相A, B, C, Dに区分した（表1）。岩相A～Cは安野（2005）に基

づき前期中新統八鹿層に位置づけ、それぞれ岩相Aは今子デイスイト層に、岩相Bは香住砂岩泥岩層に、岩相Cは河江流紋岩に対比された。

(2)辻礫岩層(弘原海・松本, 1958)火山円礫岩であり、岩相Aの下部に位置付けた。岩相Aの上部に同時異相の関係でデイスイト溶岩・同質火砕屑岩層が重なっている。

(3)矢次山一帯を覆うとされていた火山岩体(ヒン岩)は存在していない。これは岩相Dの孤立した岩脈や岩床(ヒン岩)の分布域を一つにまとめて示されていたものに過ぎない。

(4)新第三系の岩相分布図(地質略図)を示した(図3)

(5)岩相Bから、哺乳類(長鼻類, 奇蹄類, 偶蹄類)の足印化石および台島型植物群に属する球果と葉体化石などが産出した。

## 謝 辞

本研究では安野が平成30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。投稿に当たり福井市自然史博物館の担当学芸員のご尽力をいただいた。ここに厚くお礼申し上げる。

## 引用文献

- 兵庫県地質作成委員会編, 1961, 兵庫県地質産図及び同説明書, 兵庫県, 61-76.
- 兵庫県土木地質図編纂委員会編, 1969, 兵庫県土木地質図及び同地質図解説書, 地質編. 兵庫県建設技術センター, 189-196.
- 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.
- 弘原海 清・松本 隆, 1958, 北但馬地域の新生界層序—近畿西北部の新生界の研究(その1). 地質学雑誌, 64(79), 625-637.
- 香住町教育委員会編, 2005, 香住町足跡化石調査報告書. 107p.
- 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, 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, 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), 29-35.
- 安野敏勝, 2018, 豊岡市目坂～辻～福田地域の中新統の化石調査. 山陰海岸ジオパーク学術研究奨励事業発表会要旨集, 2-3

安野敏勝・三木武行, 2018, 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. 福井市自然史博物館研究報告. (64), 27-34.

## Abstract

Neogene stratigraphy and fossils around area of Mt.Yatugi in Toyooka City were studied. Neogene deposits were divided from lower into 4 Members (M. A to M. D) and they corelated to the Lower Miocene Yoka Formation, and geologic map were drawn. Mammalian footprint and megaplant fossils were found from the Member B and are very similar to that of the Yoka Formation widely distributing in the Hokutan district.

## Key words

Toyooka City, Mt.Yatsugi, Lower Miocene Yoka Formation, mammalian footprint fossil, Daijima type flora

図版1の説明

1. 矢次山-宮井ルート⑰地点の立ち株化石と偶蹄類足印化石.
2. 福成寺FN谷⑦地点で見られた, 岩相A (火山円礫岩層) と岩相B (砂岩泥岩互層) の累重関係.
3. 福成寺FS谷⑧地点で見られた, 岩相A (火山円礫岩層) と岩相B (砂岩泥岩互層) の累重関係 (ほぼ上面観).
4. 矢次山山頂周辺⑱地点の岩相Bの砂岩泥岩礫岩層.
5. 辻西方TN谷⑤地点の岩相A中の火山円礫岩とデイサイト質火砕岩の互層部分.  
写真右端は岩脈 (デイサイト質) である.
6. 目方MS谷⑨地点の岩相B (砂岩泥岩層) を覆う岩相C (流紋岩層). ここでは, 境界面から10数cm下位の泥岩砂岩層中から哺乳類足印化石が産出している.

図版2の説明

1. 目坂MS谷⑨地点の哺乳類足印化石 (長鼻類と偶蹄類).
2. 目坂MS谷⑨地点の長鼻類と偶蹄類の足印化石 (写真1の長鼻類Aの拡大).
3. 目坂MS谷⑨地点の哺乳類足印化石 (奇蹄類と偶蹄類).
4. 福成寺FN谷⑫地点 (転石1) の哺乳類足印化石 (奇蹄類と偶蹄類).
5. 福成寺FN谷⑫地点 (転石1) の奇蹄類の足印化石 (写真4の奇蹄類の拡大).
6. 福成寺FN谷⑫地点 (転石2) の奇蹄類の足印化石.

図版3の説明

1. 矢次山-宮井ルート⑰地点の哺乳類足印化石 (奇蹄類と偶蹄類).
2. 矢次山-宮井ルート⑰地点の奇蹄類足印化石の型 (写真1の奇蹄類Aの拡大).
3. 目坂MS谷⑨地点の偶蹄類足印化石 (行跡の一部と思われるもの).

