

兵庫県北但層群下部から産出した化石群

安野 敏勝*・三木 武行**

Early Miocene fossils from the lower part of the Hokutan Group in Hyogo Prefecture, central Japan

Toshikatsu YASUNO* and Takeyuki MIKI**

(要旨) 兵庫県養父市の小佐川中流域に分布する北但層群最下部の高柳層と直上位の八鹿層最下部の椿色安山岩部層から以下の化石が産出した。ワニ目動物のものと考えられる皮膚痕が高柳層と椿色安山岩中に狭在する堆積岩層から、また後者から小型偶蹄類の足印および台島型と阿仁合型の混合型と思われる植物化石などが産出した。本報告の化石群はこの地域から初めて産出したものである。このうち八鹿層の化石群は京都府丹後半島の世屋層および福井県丹生山地の糸生層(糸生湖生層)のものに対比される。

キーワード：ワニ目の皮膚痕，北但層群，前期中新世，高柳層，八鹿層

1. はじめに

養父市八鹿町北西部の小佐川中流域には、下部から順に北但層群最下部の高柳層、八鹿層が分布し、上流域には豊岡層、村岡層が分布している(弘原海・松本, 1958; 兵庫県地質作成委員会編, 兵庫県土木地質図編纂委員会編, 1969; 池辺ほか, 1965; 羽地・山路, 2019など)。本報告の中流域には高柳層の堆積岩類、八鹿層最下部の椿色安山岩とその火砕岩類が分布

し、今回新たに堆積岩類(下部と上部)が安山岩類中に夾在することが明らかになった(表1, 図1)。八鹿層は図1の枠外西方の加瀬尾地区南部の林道で豊岡層と断層で接している。このたび、下部堆積岩層(層厚約20m)と上部堆積岩層(層厚約50m)から化石が産出したので、その概要を報告する。なお、これまでにこの時代の北但層群の地層から本小論のような化石群は報告されていない。

表1. 小佐川中流の石原地域の第三系層序

時代	地 層	
下部中新統	北但層群下部	八鹿層下部
		上部堆積岩部層
		椿色安山岩部層
	下部堆積岩部層	
	高柳層	

2. 化石産地および付近の地質概略

図1に、化石産地と付近に分布する地質概略を示した。以下、化石産地ごとに略記する。

高柳層の化石産地：産地は、旧小佐小学校南方の小佐川の河床(Loc.1)と石原南方の小佐川の河床(Loc.2)の2地点である。

Loc.1：厚さ約2mの高柳層の堆積岩類が露出し、下位から砂岩泥岩、細粒凝灰岩、礫岩が累重している(図2)。砂岩泥岩層の中位から炭化した多量の材片とウリノキ属葉体1点が、細粒凝灰岩直下の砂岩泥岩およびその下位から爬虫類の皮膚痕(多数の鱗の印象)が産出した。ここより下流右岸側の今井地区に火山礫凝灰岩を伴う高柳層が分布している。

Loc.2：椿色安山岩層の分布地域に接して出窓状に、厚さ約4mの堆積岩層が河床に狭く露出している(図3)。最上部の凝灰質砂岩泥岩から同様の皮膚痕が産出した。

*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

*E-Mail: kaseki-6@mx4.fctv.ne.jp

**〒669-5344 豊岡市日高町夏栗142-1

**142-1 Natukuri, Hidaka-cho, Toyooka City, Hyogo 669-5344, Japan



図1. 小佐川中流域の化石産地および付近の地質概略図. 国土地理院地図 (Web版) を使用.
1 高柳層 2 八鹿層 椿色安山岩層 3 下部堆積岩層 4 上部堆積岩層 5 化石産地



図2. Loc.1の高柳層
爬虫類の皮膚痕が凝灰岩層 (層厚約30cm) の直下の砂岩泥岩層から産出した (●印). 砂岩泥岩層は局部的に乱堆積を示し, 炭化した材片などを含む. 地層はわずかに下流側に傾く.



図3. Loc.2の高柳層
爬虫類の皮膚痕 (●印) が最上部の泥岩砂岩から産出した.

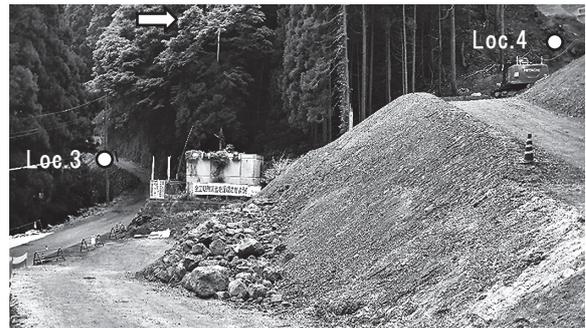


図4. Loc.3およびLoc.4を望む砂防ダム工事中の全景
Loc.5は矢印前方の斜面にある. 中央の建物より遠方には上部堆積岩層が分布し, 手前の瓦礫は椿色安山岩類である.

八鹿層の化石産地: 化石は, 椿色安山岩層中に挟みこまれる堆積岩層から産出した. 石原地域の安山岩層は, 火砕岩類が主体で, 椿色地域に分布する典型的な輝石安山岩の上部を構成し, 長石の斑晶が顕著で輝石がむしろ確認しづらい特徴を示す.

下部堆積岩層は石原南西の砂防ダム付近の小佐川左岸 (図1のLoc.7) に, 上部堆積岩層は石原北部の砂防ダム付近や林道脇など (図1のLocs.3-6, 図4) によく露出している. 両層とも, 砂岩, 泥岩, 凝灰岩, 礫岩からなり, 砂岩にはクロスラミナも見られる. 河成の氾濫原堆積物と思われる.

Loc.3: 林道の路面脇の幅1.5m, 長さ5m弱の範囲に, 被覆していたスギゴケなどを取り除いて出現した砂岩泥岩層である. 地層上面から爬虫類の皮膚痕, 小さな立木化石と広葉樹葉体 *Alnus* sp. などが産出した (図5と6). また道路レベルの斜面側の露頭から,

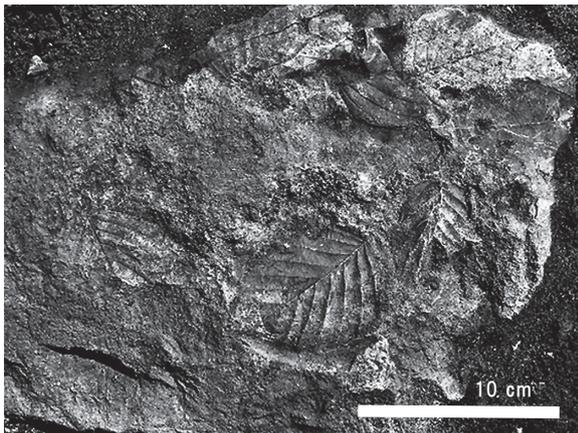


図5. Loc.3の砂岩泥岩層中のハンノキ属葉体化石群
ほぼ単一種の葉体が一見渦巻状に堆積し、地層面上や葉体上に爬虫類の皮膚痕が散在している。先行経験が豊かでない場合、皮膚痕は肉眼的には確認できにくい。

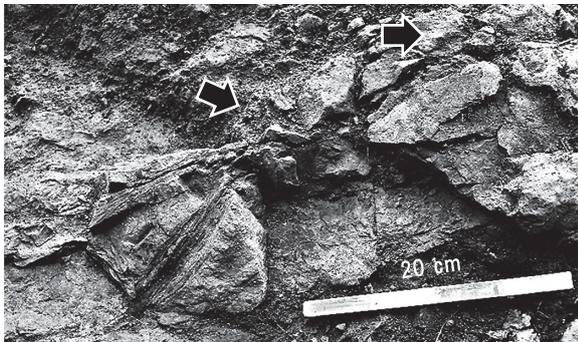


図6. Loc.3の砂岩泥岩層中の直立樹幹（樹根）化石
主根は矢印の先にあり、そこから炭化した樹根が側方に伸びている。この周辺に、爬虫類の皮膚痕が散在している。

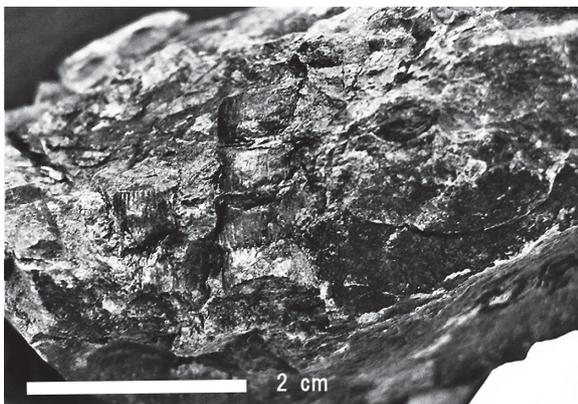


図7. Loc.3から産出した短節のトクサ属化石

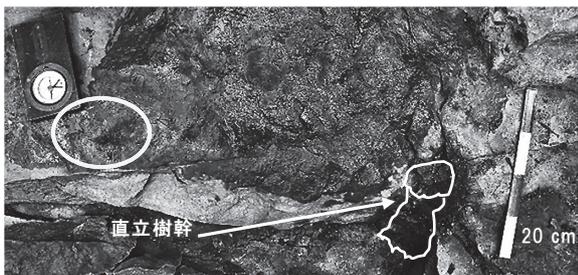


図8. Loc.4の露頭の一部の地層上面
爬虫類の皮膚痕は一面に分布している。小型偶蹄類の足印がクリノメーター付近の白円内に見られる。

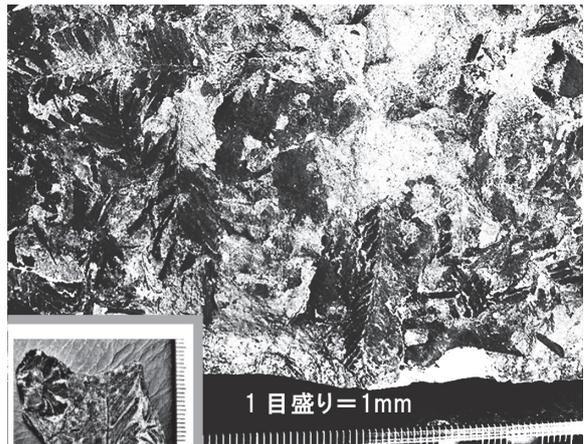


図9. Loc.4の側方産メタセコイア属の葉体と球果（左下）

数本の生態を示す直立した状態で短節のトクサの茎 *Equisetum* sp. (図7)などの植物化石が産出した。また、砂岩泥岩の転石1点から小型偶蹄類の足印、爬虫類の鱗印象、植物化石 *Metasequoia occidentalis*, *Acer* sp., *Alnus* sp. が産出した。

Loc.4：砂防ダム工事(図4)により砂岩泥岩、礫岩が露出した露頭である。化石は、砂岩泥岩の地層上面や断面から、爬虫類の皮膚痕、小型偶蹄類の足印、炭化した直立樹幹などが産出した(図8)。この側方の露頭から、タセコイア *Metasequoia occidentalis* (Newberry) Chaney (球果を含む)が産出した(図9)。また、その露頭下の転石からハンノキ属、クリ属 *Castanea* sp., カエデ属 *Acer* sp., ヤナギ属 *Salix* sp.などの葉化石が産出した。

Loc.5：Loc.3に面した斜面上の露頭で、ここでの最上部の層準である。泥質の砂岩上面から、爬虫類の鱗印象が産出した。直下の泥岩にはトクサ(幼体の茎)が含まれていた。

Loc.6：上部堆積岩層の最上部の層準で、この約3m上位で安山岩類が整合的に累重する。泥質砂岩から保存状態が不良な爬虫類の皮膚痕と小型偶蹄類の足印が産出した。

Loc.7：ここでは唯一の下部堆積岩層の産地で、まだ調査の途中であるが、露頭の泥岩砂岩から爬虫類の皮膚痕が産出した。また、砂防ダムに堆積した転石からも、爬虫類の皮膚痕やハンノキ属 *Alnus* sp.の植物葉体などの化石が産出した。

3. 産出化石

今回小佐川中流域(小佐～石原)の北但層群下部の高柳層と八鹿層から、以下の大型植物、爬虫類(ワニ類)の皮膚痕、小型偶蹄類の足印などの化石群が産出した。
植物化石：トクサ属、メタセコイア、ハンノキ属が優占し、これにカエデ属、ヤナギ属、クリ属が続く。短節のトクサ属化石の一部は直立した状態で産出し、生

態を示している(図7)。産出化石は全く限られているが、これらは河畔の林相を示し、同時に湿地の存在を示唆している。

爬虫類(ワニ目)の皮膚痕:ここで皮膚痕としたものは爬虫類の体表を覆う硬い鱗の印象化石である。化石は不規則に分散しているもの、あるいは配列した鱗群からなる産状を示すものから成る。鱗の外形は多様性に富み、基本的に正方形~長方形、円形~楕円形のものからそれらの変異形などから成る。その大きさも様々である。同時に、鱗の表面に見られる形状(表面の彫刻)も多様性に富んでいる。例えば、鱗の中央部にこぶ状の突出を有し、それが滑らかで丸いものやしわ構造をもつ尾根状のものまでである。また、表面が滑らかで平坦なもの、とくに鱗前縁がぎざぎざのしわ状構造を有するものやしわ構造が長く棘状に突出しているものなどが見られる(図10~16)。これらの特徴を有する鱗を体表にもつ普通の動物は、爬虫類のワニ目に属することは間違いないと思われ、本小論では鱗の印象を記した印跡動物はワニ目(ワニ類)に属するとした。この判断理由については、紙面等の都合で詳細を省くが、すでに安野(2021)は鳥取県の八頭層河原火山岩層産のワニ類の印象化石(足印、爪印、鱗)を報告し、併せて本誌別稿(兵庫県浜坂地域の地層と化石)に詳述している。以下にいくつかの化石について図示し、簡単な記述をする。

図10: Loc.1の高柳層の化石である。ここでは層厚50cm程の範囲から化石が産出した。保存状態が悪く、写真は陰影を強調している。大きさ2cm前後の、中央に小さな突出(突起)を有する丸い鱗が一面に記されている。皮膚痕は普通の肉眼観察では経験がないと識別が難しいので、ここでは識別しやすい化石の型を中心に示す。

図11: Loc.3の上部堆積岩層の化石の石粉粘土型である。南端部の化石で、左上にはやや同心円的に並んだ鱗群があり、下部に引きずったような跡が見られる。

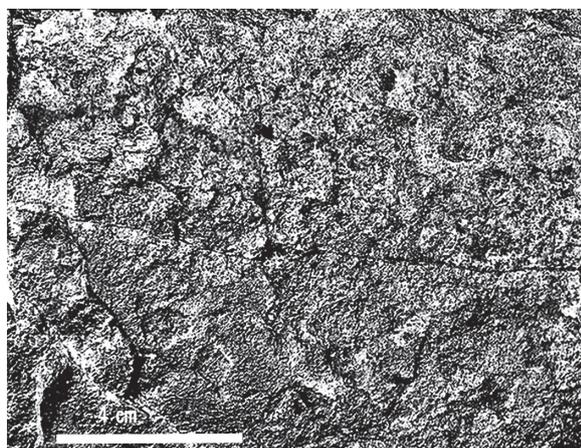


図10. Loc.1(高柳層)産の皮膚痕化石

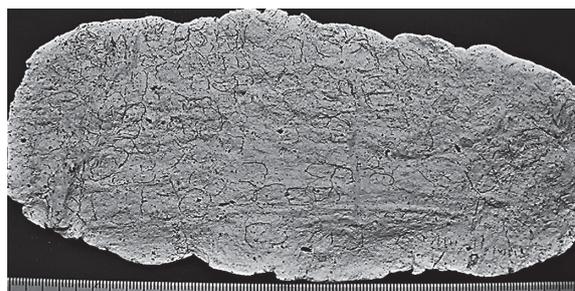


図11. Loc.3(上部堆積岩層)産の皮膚痕化石1(石粉粘土型)

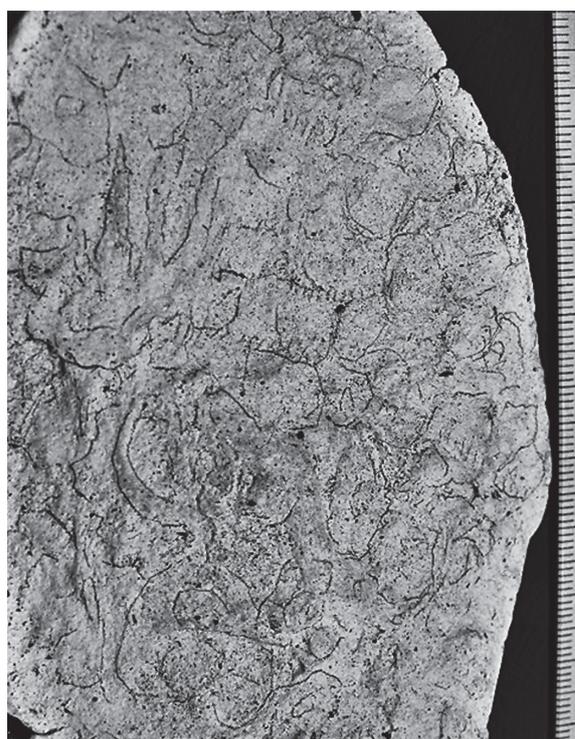


図12. Loc.3(上部堆積岩層)の皮膚痕化石2(石粉粘土型)

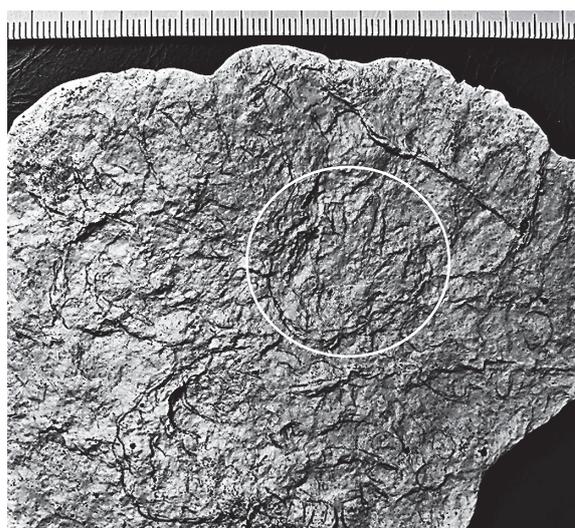


図13. Loc.4(上部堆積岩層)産の皮膚痕(シリコンゴム型) 白円内のは小型の足印である可能性がある。

図12: Loc.3の上部堆積岩層の化石の石粉粘土型である。少し拡大したので、多様な鱗が確認できる。鱗の鱗接部のギザギザのしわ状構造なども確認できる。

図13: Loc.4の上部堆積岩層の化石のシリコンゴム型

である。大きなもので約2cmの丸い鱗群が見られる。印長が約3cmで、4から5個の先端が尖った突出を有するものがあり（図中の円内）、これは小型の足印である可能性もあり、更なる検討を要する。

図14：Loc.5の上部堆積岩層高柳層の化石である。地層上面に、皮膚痕と爪印と見られるものが記されている。ここではLoc.6の皮膚痕と偶蹄類足印の化石は割愛する。

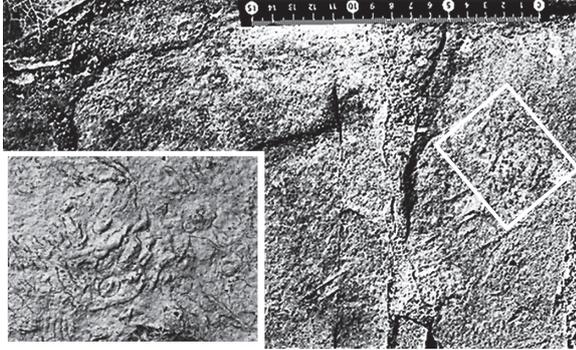


図14. Loc.5（上部堆積岩層）産の皮膚痕化石3
左下に写真右側の枠内のシリコンゴム型を示した。

図15：Loc.7の下部堆積岩層の化石のシリコンゴム型である。母岩上の鱗の印象は見づらいが、型では容易に識別できる。ほぼ円形で、鱗の中央部に小さな突出が見られる。鱗は大きなもので1.5cm程度、小さいもので5mm程度である。

図16：Loc.7の下部堆積岩層の化石のシリコンゴム型である。中央部に7枚ほどの鱗が重なるように配列しているのが確認でき、この部分は生態の一部を反映していると思われる。その他、しわ状の構造を有する鱗も存在している。

小型偶蹄類（マメジカ類）の足印：化石数点が、Loc.3（転石）、Loc.4、Loc.6からワニ類の皮膚痕と共産した。いずれも小型の足印からなる。これらは、安野（2020）が指摘した小型偶蹄類のマメジカ科に属する小型種のものである可能性が高い。

図17：Loc.4の上部堆積岩層の化石のシリコンゴム型である。ここには少なくとも4個の偶蹄類の足印化石（図中の①～④）が確認できる。これらの足印は定方向（写真の上方）に向いている。印長は大きなもの（図中の①と③）で約3cm、小さなもの（図中の②と④）で約2cmである。周辺にワニ類の皮膚痕などが分布している（図中のSI）。

4. 化石産出の意義

植物化石については、著者らはこれまでに北但層群の多数の産地から足印化石などと共に暖温帯性の台島型植物群に属するものを報告してきた。本小論の化石は、層序学的に明らかにそれらより下位層準の



図15. Loc.7（下部堆積岩層）産ワニ類の皮膚痕化石1（石粉粘土型）



図16. Loc.7（下部堆積岩層）産ワニ類の皮膚痕化石2（石粉粘土型）

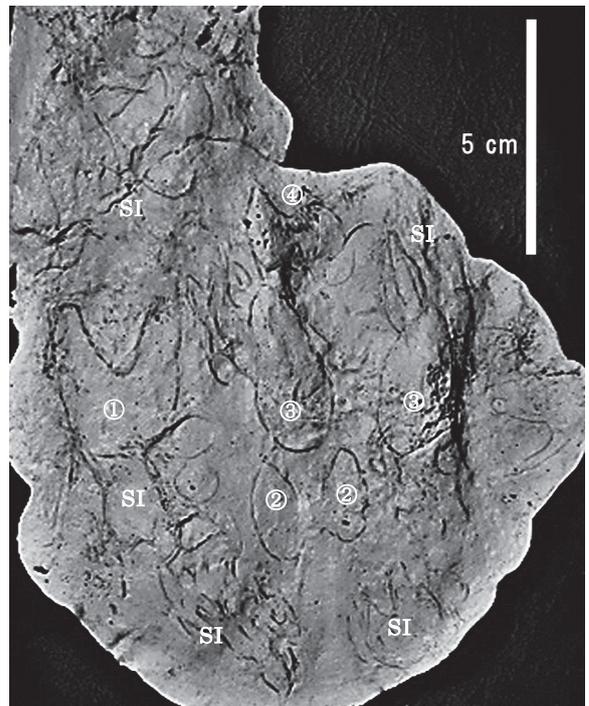


図17. Loc.4（上部堆積岩層）産小型偶蹄類足印化石（シリコンゴム型、①～④）とワニ類の皮膚痕化石（SI）
図は図8のクリノメーター付近のシリコンゴム型である。

八鹿層下部(椿色安山岩層)から初めて産出したものである。その組成から、産出した化石は台島型植物群と下位の阿仁合型植物群との混合型の温帯性植物群に含まれるものと推定される。これと同様の植物群は京都府丹後半島の世屋層や福井県の糸生層の糸生湖成層(Yabe, 2008)から産出している。

偶蹄類の足印化石は、小型のもので、福井県の下部中新統産のマメジカ科の小型種とされたもの(安野, 2020)に比較される。類似の足印化石は鳥取県の下部中新統からも産出している(安野, 2021)。

爬虫類(ワニ類)の足印や爪印などの化石は、香住海岸(安野, 2003, 2009; 香住町教育委員会編, 2005), 竹野町段(安野・三木, 2018)や鳥取市河原町(安野, 2021)などの暖温帯性の台島型植物群を共産する北但層群や鳥取層群から産出している。一般的に現生のワニ類は熱帯～亜熱帯性の温暖な環境下で生息しており、これまでに報告されている化石の多くはほぼ同様の気候下の堆積物から産出している(例えば八田・中川, 2017)。今回の化石は、温帯性植物群を含む地層から産出しており、今後ワニ類の生息環境が拡大される可能性を示唆している。現在調査中であるが、ワニ類の皮膚痕などは、京丹後市～豊岡市～新温泉町～鳥取市の下部中新統の随所から、および福井県の糸生層ほかから、哺乳類の足印などと共に産出しており、この地域の地層の対比や堆積環境の考察に大きく寄与するものと考えられる。

5. まとめ

養父市北部の小佐川中流域に分布する北但層群下部の高柳層と八鹿層下部(椿色安山岩層中の堆積岩層)から産出した化石群を報告した。台島型と阿仁合型の混合型に属する温帯性の植物化石が後者から、爬虫類(ワニ類)の皮膚痕などが両層から、また小型偶蹄類(マメジカ科)の足印化石が後者から産出した。これらのうち、爬虫類(ワニ類)の皮膚痕は広域の北但層群下部の地層の対比と堆積環境の考察に有効となることを述べた。

謝 辞

本研究にあたり、滋賀県足跡化石研究会会長の岡村喜明氏に足跡化石について、以前に国立科学博物館の矢部 淳氏(当時、福井県立恐竜博物館)に植物化石の同定についてお世話になった。ここに厚く感謝とお礼を申し上げる。

引用文献

羽地俊樹・山路 敦, 2019, 兵庫県北部, 中新統北但層群のU-Pb年代とフィッシュン・トラック年代. 地質学雑誌,

(9), 685-698.

八田真澄・中川登美雄, 2014, 福井県丹生山地の中新統国見層から産出したワニ目の歯化石. 福井市自然史博物館研究報告, (61), 25-27.

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.

香住町教育委員会, 2005, 香住町足跡化石調査報告. 107pp.

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.

Yabe Atsusi, 2008, Plant megafossil assemblage from the Lower Miocene Ito-o Formation, Central Japan. Memoir of the Fukui Prefectural Dinosaur Museum, (7), 1-24.

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, no.50, 9-25.

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. 化石研究会会誌, 1 (2), 89-96.

安野敏勝, 2020, 福井県の下部中新統より産出した小型偶蹄類の足印化石. 福井市自然史博物館研究報告, (67), 31-35.

安野敏勝, 2021, 鳥取県鳥取市の下部中新統河原火山岩層から新たに産出した脊椎動物の足印化石. 鳥取地学会誌, (25), 49-54.

安野敏勝・三木武行, 2018, 兵庫県豊岡市段地域の下部中新統～産出した足印化石. 福井市自然史博物館研究報告, (64), 27-34.

Early Miocene fossils from the lower part of the Hokutan Group in Hyogo Prefecture, central Japan

Toshikatsu YASUNO

Abstract

Early Miocene fossils from the lowest part of the Hokutan Group (Takayanagi and Yoka formations) in Hyogo Prefecture were found. They are of skin (scale) impressions of Reptilia (Crocodilia) from them, and footprints of the lesser Artiodactyla (Tragulidae) with megaplant leaves from the Yoka Formation (Tsubairo andesite member). They are the first fossil record of the Hokutan Group in Hyogo Prefecture and the obtained flora of the Yoka Formation is related to that of the Seya Formation in Kyoto Prefecture and the Ito-o Formation in Fukui Prefecture.

Key words ; Skin impression of Crocodilia, Hokutan Group, early Miocene, Takayanagi Formation, Yoka Formation