

# 福井市小丹生海岸から産出した中新世哺乳類足印および立株化石

安野 敏勝\*

Miocene mammalian footprint and erect stump fossils found from the Koniu Coast  
in Fukui City, Fukui Prefecture, Central Japan

Toshikatsu YASUNO\*

(要旨) 哺乳類足印化石と立株化石群が福井市小丹生海岸南部の中新統国見層大丹生砂岩泥岩部層から初めて産出した。足印化石は、長鼻類、奇蹄類、偶蹄類などからなる。立株化石は、炭化物あるいは直立樹幹印象からなるが、共産する大型植物化石により常緑広葉樹林(暖帯林)の一部であったと推定される。今回産出した化石群集は、八尾-門の沢動物群集を産出する大丹生砂岩泥岩部層中に、氾濫原(湿地を含む河川性堆積物と陸上環境)が存在することを直接に証明するものである。

キーワード：小丹生海岸，中新世，国見層，哺乳類足印化石，立株化石

## 1 はじめに

福井市西部にほぼ南北に延びる丹生山地北部には、第三系が広く分布している。そのうち化石を産出するのは、下位から順に糸生層、国見層、荒谷層などである。これまでの多くの研究により前期中新世後期～中期中新世の国見層からは、*Vicarya*や*Geloina*などを含む八尾-角の沢動物群に属する貝類や台島型植物群に属する植物などの化石群集が報告されている(塚野・三浦, 1954; 三浦, 1971; 松尾, 1972; 白竹・水野, 1980; 東, 1985; 中川, 1989; 竹山, 1989; 中川・田原, 1991; 山野井, 1992; 藤井ほか, 1992; 富田・安野, 1993; Nakagawa, 1998; 中川・梅田, 2000; 安野, 2000; 中川, 2002; 鹿野ほか, 2007; 福井県, 2010)。

また、哺乳類足印化石などが国見層下部から報告されている(安野, 1997, 1998; 越廼村足跡化石調査委員会, 2001; 安野, 2007, 2009, 2015)。本論文の足印化石は、最上部に位置し、ほぼ同層準のものがあわら市北東部から報告されている(安野, 2014)。

国見層は、追跡の可能な凝灰岩を鍵層に用いて、下位から順に右左礫岩部層、大味砂岩泥岩部層、小丹生凝灰岩部層、大丹生砂岩泥岩部層、鮎川砂岩凝灰岩部層に5区分されている。本論文の小丹生海岸南部には、*Vicarya*や*Anadara*などの貝類化石を産出する大丹生砂岩泥岩部層下部が分布しており、その北端に“弁慶の足跡”と呼称される景勝地を含んでいる。このたび、この海岸から哺乳類の足印化石や丹生山地では最初の立株化石群が産出した。

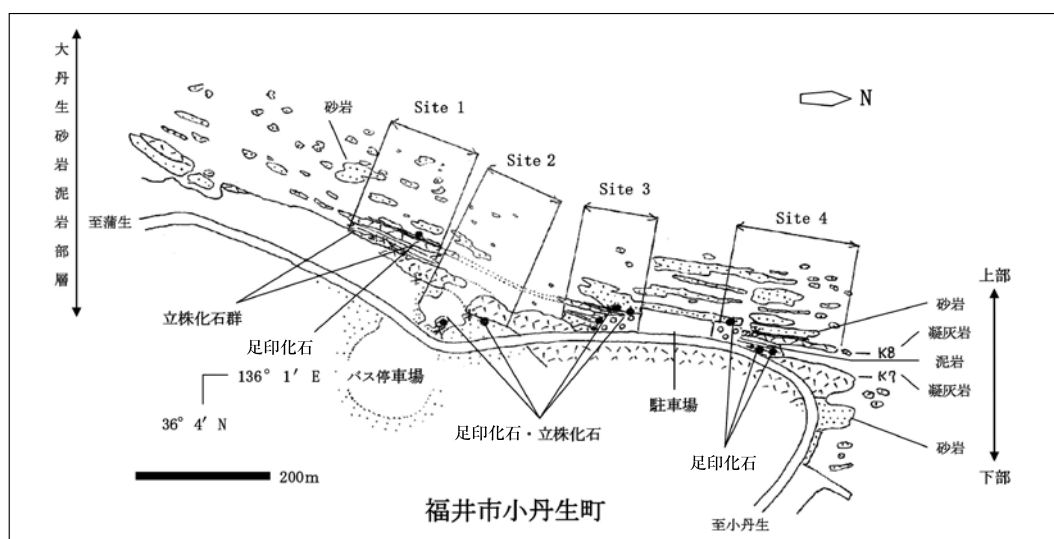


図1 小丹生海岸南部の地質略図および化石産地地図

\*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

これまでこの地域の地層群は、産出した化石群や岩相などから内湾あるいは潟、氾濫原の一部の堆積物であると推定されている（特にNakagawa, 1998；鹿野ほか, 2007）。今回産出した立株化石群と哺乳類足印化石は、氾濫原（湿地を含む河川性堆積物と陸上環境）の存在を直接に証明するものである。

## 2 化石産地・地質概略

今回は便宜的に、南北に約400mの範囲の調査地域を4区分（Site1-4）した（図1）。ここには、下位から順に大丹生砂岩泥岩部層中部の泥岩を挟む砂岩、K7凝灰岩、砂岩を挟む泥岩主体の互層、K8凝灰岩、亜炭および砂岩が重なっている。これらが海側へ30°～42°傾斜してほぼ海岸線に沿って連続的に露出しており、各所から化石が産出している（図2）。立株化石は、K7凝灰岩とK8凝灰岩の間およびK8凝灰岩の上位から産出している。哺乳類足印化石は、立株化石とほぼ同層準のものが多く、またK8凝灰岩の下位ものは *Vicarya* などの貝類化石に挟まれているものやほぼ同層準から産出している。

## 3 産出化石

ここでは南側のSite1から順に北側のSite4に向かって、立株化石、足印化石の順に述べる。

Site1では、下位から順にK7凝灰岩上位の砂岩、砂岩を挟む泥岩互層（満潮時は常に水没する）、K8凝灰

岩、亜炭、砂岩が重なっており、立株化石と足印化石が産出している（図3、4および図版1-1, 4-7）。

立株化石は、砂岩中の比較的大きいものと泥岩互層中の小さな化石群とに大別される。砂岩中のものは、いずれも材組織が消滅してわずかな炭化物を残すだけの、直立樹幹断面の印象化石として存在している。特に4個体（ER01～ER04）は、砂岩中に約37mの範囲に分布し、容易に樹幹化石と識別できるものである（図3；図版1-4-7）。樹幹の太さは少なくとも20cm以上である。ER01とER02の距離は約120cmしかなく、生存時には互いの枝が交差していたものと思われる。これら4個体の化石は樹根部が下位の泥岩に延びているのが確認できる。ER01と南側で接する部分では、厚さ2～4cmの正常級化層理が何層も累積しており、この砂岩が氾濫原上の河成堆積物であることを示している。泥岩互層中のものはいずれも痕跡的な炭化した樹根部からなる（図5）。今回の調査では樹種を確実に特定できるような材組織を保存した化石は得られなかった。

足印化石は、偶蹄類に属するもの（図6）が、ER04の西側のK7凝灰岩の上部の砂岩中から砂岩堆積時にレンズ状に削り残された状態で産出している。化石全体の印長と印幅は共に約12cmで、重複した足印と考えられる。

Site2では、K7凝灰岩より下位の岩相が分布している（図1、2）。K7凝灰岩下部は水中堆積物で砂泥と混合しており、混合部や下位の砂岩中からは、*Vicarya* や *Anadara* などの貝類化石の他に、大型のスッポン背甲、シカ類（白歯）、針葉樹（球果）、生痕（オフイオ

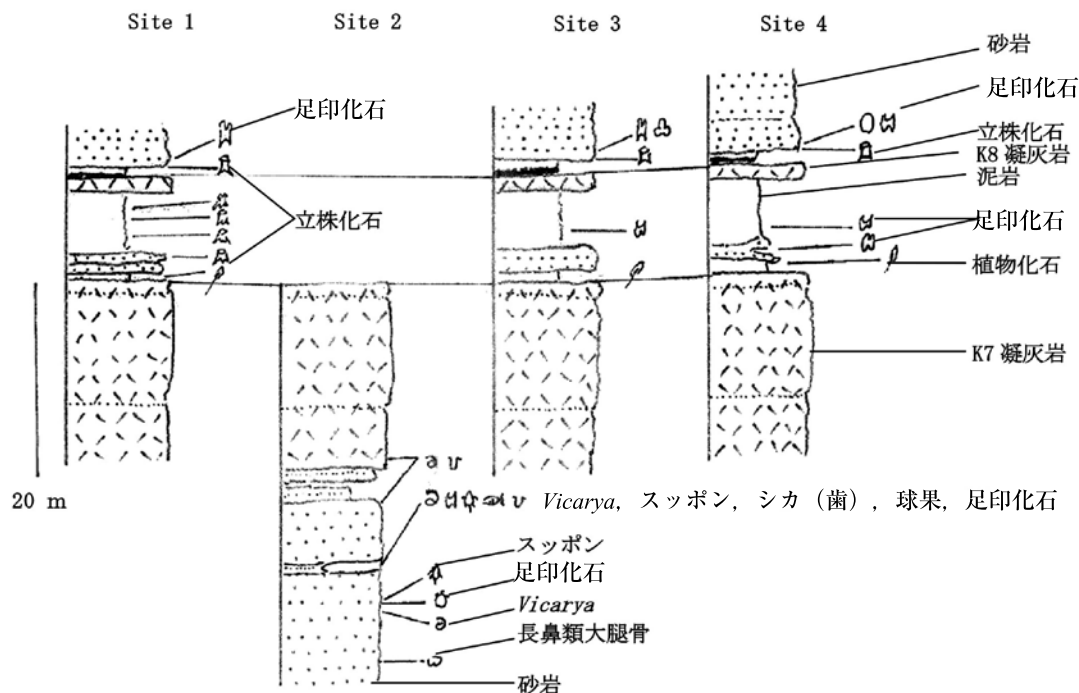


図2 小丹生海岸南部における化石産出層準（黒色の帯は亜炭）

モルファなど)が産出している。ここでの最下部付近(現在は道路の下)からは長鼻類大腿骨遠位端の化石が産出している(富田・安野, 1993)。このような産出化石や岩相などから、この地層は内湾あるいは潟の堆積物であると推定されている(Nakagawa, 1998; 鹿野ほか, 2007)。今回産出した足印化石は、少なく

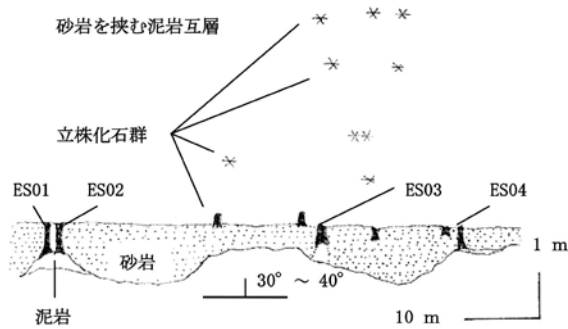
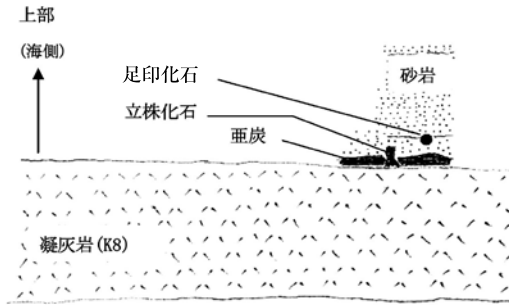


図3 Site1における立株化石の分布略図(平面図)  
ES01-04は砂岩中の直立樹幹印象で、樹根は下位の泥岩にある。

とも2層準あり(図2)、この他にも化石の不鮮明なものが2層準存在している。これらの足印化石は、一時的に地表に現れた極短期間に記された可能性がある。

下位層準のものは、厚さ30cmほどの泥質部を含む砂岩中に、上部と下部の2層に分かれて産出している(図7, 8)。足印の凹みは礫で埋められており、いずれも前方に指印と考えられる3~4個の半円形の突出があり、これらは長鼻類の足印である可能性が高い。いずれも円形のものの上に楕円形のもので、少し向きを変えて重なっており、前後足の重複痕と考えられる。下部の化石は重複痕1個体が確認され、前足の印長と印幅は14~15cmである(図7, 図版2-1の左向き矢印)。上部の化石は近接した4個からなり、前足の印長と印幅は15~16cm、後足の印長は15~16cm、印幅は13~14cmである(図8)。これらに類似するものは、南方の福井市越廼海岸の足印化石産地から複数の個体が報告されている(越廼村足跡化石調査委員会, 2000)。

上位層準のものは、いずれも偶蹄類の足印化石であり、砂岩上面にわずかな凹みとして記されているもの(図9)と、砂岩直上の本来の印跡層である凝灰質泥岩が痕跡的に保存された状態のものがある(図10)。

Site3では、下位から順にK7凝灰岩、砂岩、砂岩を挟む泥岩互層、K8凝灰岩、亜炭、砂岩が重なっており(図版1-2)、植物、足印、立株などの化石が産出している(図2)。

立株化石は、樹根であり、砂岩底面に直下の泥岩に根が放射状に広がっているものである(図版1-8)。K8

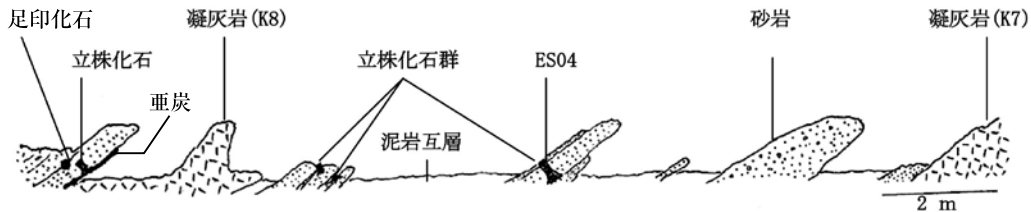


図4 Site1北部の断面における立株化石と足印化石の分布図(図3の右端部の断面)

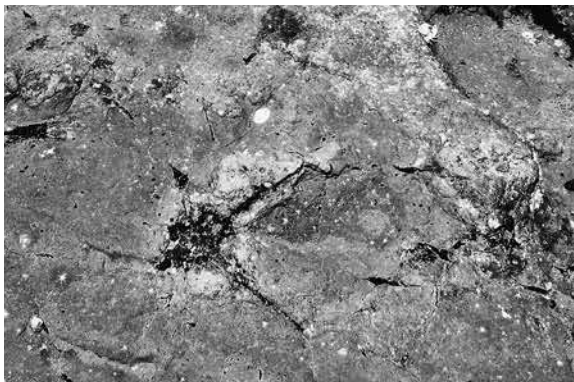


図5 Site1産 立株化石(水底面上のもの)

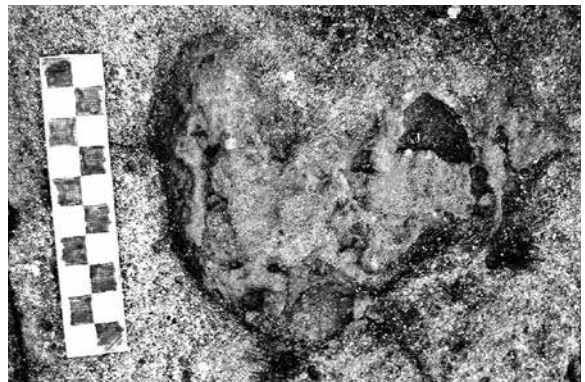


図6 Site1産 偶蹄類足印化石



図7 Site2産 長鼻類足印化石 (下部のもの)



図11 Site3産 偶蹄類足印化石1



図8 Site2産 長鼻類足印化石 (上部のもの)



図12 Site3産 偶蹄類足印化石2



図9 Site2産 偶蹄類足印化石1

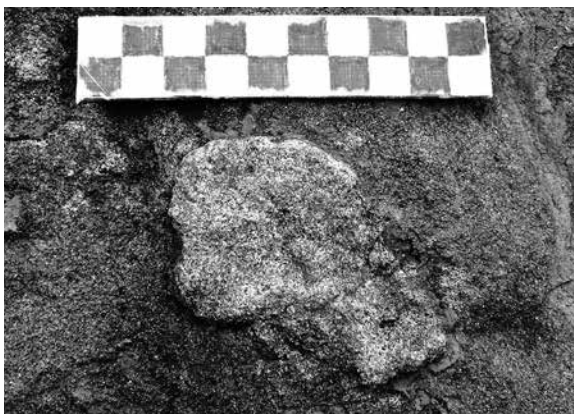


図10 Site2産 偶蹄類足印化石2

凝灰岩には広葉樹と見られる鉍化程度不良の大きな倒木樹幹も含まれている。

足印化石は、2層準から産出しており、泥岩互層中から偶蹄類の断面（図版2-5）が、上部の砂岩底面から偶蹄類と奇蹄類の2種類が産出している。上部の偶蹄類足印化石中には、普通の大きさのもの（図11）と一見大型のもの（図12）がある。前者は、ほぼ同所を踏んだ前後足の重複痕であり、印長と印幅は共に約4cmである。後者は複数の足印が重なっている可能性があり、全体の印長と印幅は10cmと11cmである。

奇蹄類足印化石は、現生の海浜礫によって埋没されるなど観察しづらい状況にある。化石AとBの2個体についてシリコンゴムで型を取り（図13、14）、これらを観察してスケッチを描いた（図15、16）。両標本とも前方に突出した指印が明らかであり、共に前後にわずかにずれて重複した足印である。型A（図15）の印長と印幅は共に約12cmである。型B（図16）の印長と印幅は、14.5cmと16.8cmである。

Site4では、下位から順に砂岩、K7凝灰岩、砂岩を挟む泥岩互層、K8凝灰岩、垂炭、泥岩、砂岩が重なっており（図1、2と図版1-3）、大型植物、足印、立株などの化石が産出している。植物化石は泥岩互層中から、台島型植物群に属する*Machilus-Liquidambar*で代



図13 Site3産 奇蹄類足印化石 (型A)



図14 Site3産 奇蹄類足印化石 (型B)

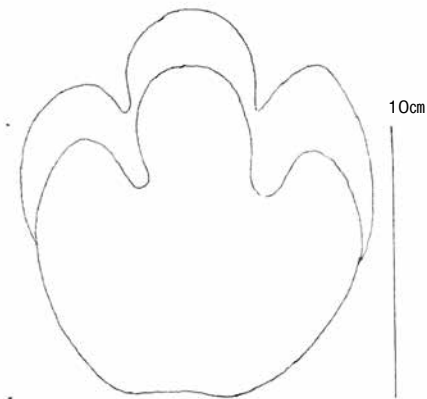


図15 奇蹄類足印化石(図13)のスケッチ (型A)

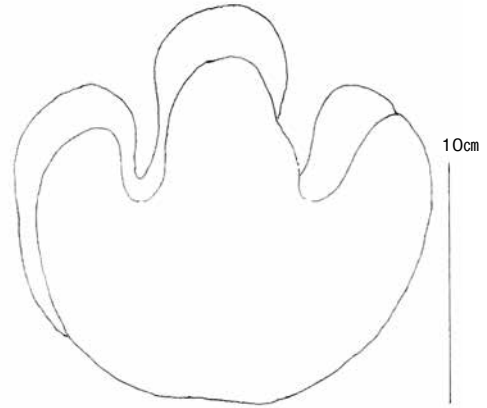


図16 奇蹄類足印化石(図14)のスケッチ (型B)

表される常緑広葉樹林(暖帯林)の一部をなす林相のものが産出している。化石(未定種も含む)は、以下の12科12属17種が、写真と簡略な説明を添えて報告されている(安野, 2000)。今回新たにシダ類(科以下未定)1種が追加された。

表1 小丹生海岸の大丹生砂岩泥岩部層産植物化石(安野, 2000)

- Cyclocarya ezoana* (Tanai et N.Suzuki) Wolfe et Tanai
- Populus balsamoides* Goeppert
- Quercus* sp. cf. *Q. miovariabilis* Hu et Chaney
- Machilus ugoana* huzioka
- Lauraceae ? gen. et sp. indet.
- Stewartia* ? sp.
- Camellia protojaponica* Huzioka
- Liquidambar miosinica* Hu et Chaney
- Rosa* sp.
- Rosaceae ? gen. et sp. indet.
- Leguminosae gen. et sp. indet
- Ilex* sp.
- Ilex* ? sp.
- Trapa* sp.
- Similax trinervis* Morita
- Dioscoreaceae gen. et sp. indet.
- Dioscra* ? sp.

(鑑定：当時国立科学博物館 植村和彦博士)

立株化石は、生痕化石を豊富に含む砂岩下位の泥岩中に2個体が産出した。いずれも樹根部がわずかに保存されているのみである(図17)。

足印化石は、偶蹄類に属するものと大型(楕円形)ものが産出している。偶蹄類足印化石は、泥岩互層下部と泥岩ラミナを挟む砂岩転石(発見後の工事により消滅)中から産出した。泥岩互層下部中の足印化石は、発達したラミナ上やそれを切る状態のものが多く見られる(図18, 19)。砂岩転石の化石は、泥岩ラミ

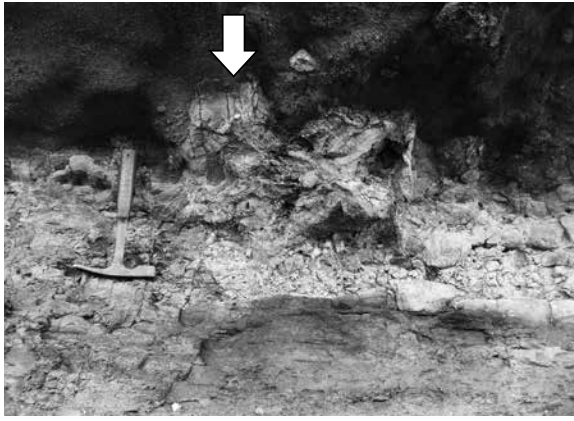


図17 Site4産 立株化石 (図中の矢印)



図18 Site4産 泥岩互層中の偶蹄類足印化石1



図19 Site4産 泥岩互層中の偶蹄類足印化石2



図21 Site4産 大型(楕円形)の足印化石

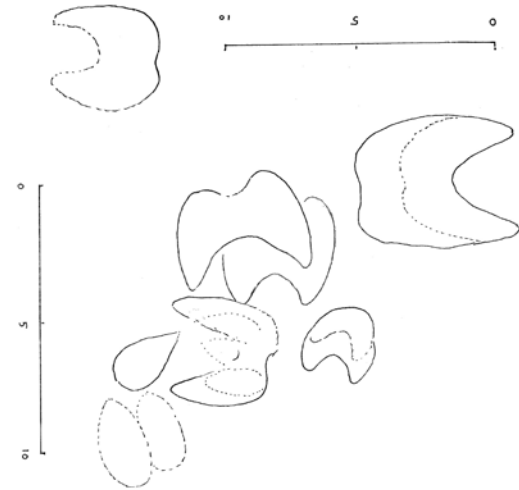


図20 Site4産 偶蹄類足印化石 (スケール=10cm)

ナに沿って割った下部面から産出したもので、保存状態の良好なものを多数含んでいる(図版2-3)。珪長質の細粒砂岩が足印の凹みを埋めたものが、三次元的な形状を示しているものも見られる(図版2-4)。また明らかに大きさの異なる足印が混在する部分も見られる(図20; 図版2-5)。小さい足印は、印長が2.5~3.0cmで、保存時の圧縮などの違いによるものではなく幼獣のものである可能性が高い。

大型(楕円形)の化石1個は、垂炭上位の砂岩底面に孤立して産出している(図21)。指印などは確認できないが、全体の形状からは長鼻類のものである可能性がある。化石の印長と印幅は、約22cmと16cmである。その輪郭部に保存状態が不良の偶蹄類の足印化石と考えられるものが3、4個見られる。印長は4~6cmである。

#### 4 まとめ

福井市小丹生海岸南部に分布する中新統国見層大丹生砂岩泥岩部層中部から初めて産出した、立株化石と哺乳類足印化石の調査を行った。立株化石の産出量は、小規模であるが森林の存在を想定するに十分なものである。化石は、いずれも炭化したものや材組織が失われた直立樹幹の印象からなり、樹種を特定するまでには至らなかった。共産する大型植物化石から、化石林は恐らく常緑広葉樹林(暖帯林)であったと推定される。また、ほぼ同層準から産出した足印化石は、長鼻類、奇蹄類、偶蹄類などから構成されている。今回得られた化石群集は、*Vicarya*などの貝化石群集を産出する大丹生砂岩泥岩部層中に、氾濫原(湿地を含む河川性堆積物と陸上環境)が存在することを直接に証明するものである。

## 謝 辞

国立科学博物館（当時）の植村和彦博士には植物化石を鑑定していただいた。福井県立恐竜博物館の寺田和雄博士には材化石について日頃よりご教示いただいている。ここに厚く申し上げる。

## 引用文献

- 東 洋一, 1985, 福井県丹生山地北西部の中新統層序－特に新たに見出された中期中新世の不整合について－. 福井県立博物館紀要, (1), 1-17.
- 藤井昭二・粕野義夫・中川登美雄, 1992, 北陸地域における新第三系の層序対比と新第三紀古地理. 地質学論集, (37), 85-95.
- 福井県, 2010, 福井県地質図(2010年版)説明書. 139-144. 2付図, DVD版. 財団法人 福井県建設技術公社.
- 鹿野和彦・山本博文・中川登美雄, 2007, 「福井地域の地質」. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 68p. 産総研地質調査総合センター
- 越廼村足印化石調査委員会編集, 2001, 福井県越廼村の足印化石. 越廼村教育委員会. 107p.
- 松尾秀邦, 1992, 北陸地方に分布している“台島型4植物群”について. 金沢大学教養部論集, 8, 81-98.
- 三浦静香, 1971, 5万分の1土地分類基本調査「福井」, 表層地質各論. 経済企画庁, 1-19.
- Nakagawa, T., 1998, Miocene molluscan fauna and paleoenvironment in the Niu mountains, Fukui Prefecture, Central Japan. Science report, Geoscience, Univ. Tsukuba, Sect. B., 19, 61-186
- 中川登美雄, 1989, 福井県丹生山地北部の中新統, 国見累層産潮間帯性貝類化石群集. 福井県立博物館紀要, (3), 23-45.
- 中川登美雄・梅田美由紀, 2000, 地学散歩－歩いてみよう越前海岸. 福井市自然史博物館, 36p.
- 中川登美雄, 2002, 福井県丹生山地の国見層(中期中新世)から産出した*Geloina*化石. 福井市自然史博物館研究報告, (49), 79-82.
- 中川登美雄・田原憲博1991, 福井県丹生山地北部の中新統の岩相層序. 三浦 静教授退官記念論文集, 11-27.
- 白竹武夫・水野幹司, 1980, 越前海岸における野外観察の一考察－エチゼンオオスッポンの発見とその周辺の古環境について－. 福井県教育研究所紀要, (77), 87-100.
- 竹山憲一, 1989, 福井県の中新統国見累層より算出したシカ類化石. 福井県立博物館紀要, (3), 9-21.
- 富田幸光・安野敏勝, 1993, 福井市西部の国見累層(中新世)より発見された長鼻類骨化石とその意義. 金沢大学日本海域研究所兼空報告, (25), 35-45.
- 塚野善蔵・三浦 静, 1954, 福井県丹生山地の新第三系について(第一報). 福井大学学芸学部紀要(II), (4), 1-10.
- 山野井徹, 1992, 中部日本における中期中新世初期の花粉層序. 瑞浪市化石博物館研究報告, (19), 103-112.
- 安野敏勝, 1997, 福井県越廼村の哺乳動物足印化石. 福井市自然史博物館研究報告, (44), 29-34.
- 安野敏勝, 1998, 日本の中新世から産出した長鼻類足印化石. 福井市自然史博物館研究報告, (45), 1-7.
- 安野敏勝, 2000, 福井県小丹生海岸の自然－野外観察(地

層と化石)－. 福井県立高志高等学校研究集録, (28), 23-54.

安野敏勝, 2007, 福井県福井市南西部の中新統国見層より哺乳類足印化石および生痕化石の産出. 福井市自然史博物館研究報告, (54), 41-44.

安野敏勝, 2009, 福井県および兵庫県の本海沿岸地域における中新世足印化石の概要. 化石研究会誌, 41, (2), 89-96.

安野敏勝, 2014, 福井県あわら市北東部の中新統から産出した哺乳類朝と化石. 福井市自然史博物館研究報告, (61), 11-16.

安野敏勝, 2015, 福井県越前岬周辺の海岸から産出した中新世化石群集. 福井市自然史博物館研究報告, (62), 7-32.

## Abstract

Fossilized abundant erect stumps and mammalian footprints were found from the Oniu sandstone and mudstone Member of the Miocene Kunimi Formation yielding much fossils of the Yatsuo-Kadonosawa fauna and Daijima flora in the Koni Coast in Fukui City. A finding of these fossils suggest directly that a part of the Oniu member yields rock facies (sandstone and mudstone) deposited in the flood plain and river delta.

## Key words

Koni Coast, Miocene, Kunimi formation, mammalian footprint fossil, erect stump fossil

図版1

- 1 Site1の南向きの全景
- 2 Site3の南向きの全景
- 3 Site4の北向きの全景
- 4 Site1の立株(直立樹幹)化石Es-01
- 5 Site1の立株(直立樹幹)化石Es-02
- 6 Site1の立株(直立樹幹)化石Es-03
- 7 Site1の立株(直立樹幹)化石Es-04
- 8 Site3の立株(樹幹)化石 (地層下面)

図版2

- 1 Site2の長鼻類足印化石の全景
- 2 Site3の地層断面の偶蹄類足印化石 (泥岩互層は写真上方に傾斜)
- 3 Site4の転石中の偶蹄類足印化石 (地層下面)
- 4 偶蹄類足印化石 (写真3の左側粹部の拡大)
- 5 偶蹄類足印化石 (写真3の右側粹部の拡大)



