

福井市足羽山（下部中新統）から産出した海生の生痕化石

安野 敏勝*

Marine trace fossils (Lower Miocene) from Mt. Asuwayama in Fukui City, Fukui Prefecture, central Japan

Toshikatsu YASUNO*

（要旨） 福井市足羽山には下部中新統糸生層最上部のデイサイト質火砕岩類が分布している。その主体は笏谷石と呼ばれる緑色凝灰岩類である。このたびデイサイト質火砕岩類から海生動物によると考えられる小型～大型の生痕化石が多量に産出した。このことから、初めてこの下部中新統が海生堆積物からなることが明らかになった。同時にこれら足羽山の地層群が、化石の証拠を伴った海生層としては福井県の中新統最古のものとなる。

キーワード：足羽山、笏谷石、中新統、フィコサイフォン、ウニ類の棲管痕

はじめに

孤立丘三山の一角をなす福井市の足羽山（標高116.5m）には下部中新統糸生層上部の地層群が分布している（鹿野ほか，2007；吉澤，2008；福井県，2010）。足羽山から採掘された石材（笏谷石）は、古くから広域に活用され、グリーンタフ地域を代表するいわゆる緑色凝灰岩に属するデイサイト質火砕岩からなる。吉澤（2008）は、以前の自身の足羽山の岩相区分の再検討を行った際に一部に水域の堆積層が存在すると述べたが、水域の環境－例えば海域かあるいは淡水域か－に関する言及はなかった。この研究以後に若干の化石が得られた（安野，2017）が、多くが太さ2～4 mm程度の小型の生痕化石に限られ、生痕種の棲息環境なども不詳であった。このたび初めて海生動物によると見られる小型～大型の生痕化石が数地点から得られたので、その概要を報告する。

それらとは異なっていた。また中川ほか（2021）は、坂井市三国町の中部中新統米脇層からフィコサイフォン *Phycosiphon* を含む海生の生痕化石群集を報告した。

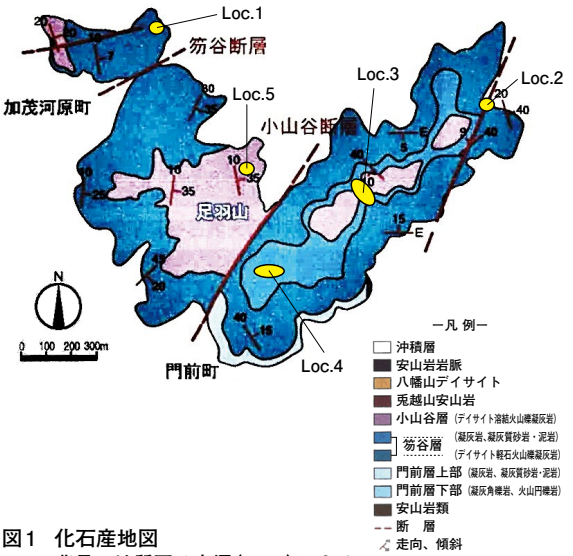


図1 化石産地図
背景の地質図は吉澤(2008)による

地質概要・産出化石

福井市西部の丹生山地を中心とした地域の新生界は、下部より新第三系中新統の西谷流紋岩層、糸生層、国見層、荒谷層、市ノ瀬層ほかに区分されている（鹿野ほか，2007；福井県，2010）。足羽山に分布する火砕岩類（～18Ma）は糸生層の最上部とされた（鹿野ほか，2007）。ここでは最も詳細な足羽山の層序（表1；吉澤，2008）に従い、彼の地質図に化石産地を示した（図1）。中川ほか（2020）は、越前海岸の国見層から干潟～海浜（下部～上部外浜）の環境を示す豊富な生痕化石群を報告したが、足羽山の生痕化石は

表1 化石産地と産出層の関係

累層	部 層	岩相・化石産地
糸生層	小山谷層*	主にデイサイト溶結火山礫凝灰岩**
		Loc. 5（弘法院大師堂の北側） 化石は溶結凝灰岩層中の凝灰岩層から産出
	笏谷層上部*	主に凝灰岩、凝灰質砂・泥岩**
		Loc. 4（公園遊園地の北側） Loc. 3（NHK送信塔の南側） 化石は凝灰岩層・凝灰質泥岩層から産出
	笏谷層下部*	主に凝灰岩、凝灰質砂・泥岩**
		Loc. 2（毛谷黒龍神社の北側） Loc. 1（笏谷神社の南側） 化石は凝灰岩層から産出

表中の部層（*）と岩相（**）は吉澤（2008）による。

* 福井市自然史博物館協力員，〒918-8006 福井県福井市足羽上町147
Expert adviser of Fukui City Museum of Natural History, 147 Aasuwakami-cho, Fukui, 918-8006, Japan
E-Mail: kaseki-6@mx4.fctv.ne.jp

以下に主な化石産地Loc.1-5(表1)の概要を記述する。

Loc.1 (笏谷神社の南側；笏谷層下部) の化石

今春以来の土地利用変更の工事で以前に見られた化石群はほぼ消滅してしまったが、局所的に生痕化石を伴った材化石と大型の生痕化石を確認できた(図版1の1)。堆積面に調和的な大型の生痕化石は、棲管の太さが3~6cmでLoc.3の生痕化石に匹敵するが、普通に化石とは判断しづらい産状であった。観察できた範囲内では棲管痕に分岐や壁打ちなどは見られなかった。これらは恐らく潜在性のウニ類による棲管痕(Loc.3に記述)と考えられた。なお、カニ類の爪の引っ掻き傷跡の可能性を考えていた鉛直方向の生痕化石(長さ約30cm)が存在していたが、工事により露頭と共に消滅していた。

Loc.2 (毛谷黒龍神社の北側；笏谷層下部) の化石

足羽山への登り口に位置し、車道沿いに背の低い露頭が続いている。ここでも注意深く観察することが要求された。凝灰岩層中にLoc.1やLoc.3のものと同様の、堆積面に調和的なものや鉛直方向にのびた、大型の生痕化石を確認できた(図版1の2と3)。

Loc.3 (NHK送信塔の南側；笏谷層上部) の化石

地層と化石の観察にはここが最も適した場所といえる。大型の生痕化石群が道路両側の凝灰岩層、凝灰質泥岩層の表面を覆ったコケ類を除去したところに産出した(図版2の1と2)。生痕化石の産状は多様であり、堆積面と調和的に直線的に伸びるもの、曲がっているもの、円を描くもの、また鉛直方向のものなどが共存していた。棲管痕は、堆積面付近にそれと調和的あるいはそれと鋭角に斜交した、上方に凸型に形成された表成痕(地学団体研究会生痕化石研究グループ, 1993)からなる。棲管の太さは2~6cmのものが多く見られた。化石の一部の型を取って観察した。例えば図2は、図版2の2の矢印の右下部分の型で、棲管痕を実物と同じ

状態の上方凸型にして示した。棲管形成の進行方向が分かるメニカス構造が微かに残るものもあった(図版2の1と2)。上下に圧縮された棲管痕は中央部が凹み並列した2個の棲管痕に見えるものも多かった(図2)。また地層の鉛直断面では、上方あるいは下方に伸びている多数の棲管痕が確認できた。道路脇の排水側溝の底の生痕化石(図版2の3)では、潜在性ウニ類に見られる芯と中心部コード状構造(Nara, 2004; 奈良, 2022)に酷似のものが認められたので、採集を試みたが完全に粉碎した。一方採集した側溝底の岩片では、表面の黒色被膜は水洗により完全に消滅し淡い青緑色の凝灰岩が現れ、表面に数本の棲管痕を確認できた(図3)。その裏面から、元来はウニ類であったと推定される構造体(ここでの仮称)が得られた(図4の左)。これをウニ類と推定した主な理由は以下の4点による。

(1) 現生ブンブク類Spatangoidaには、体表を哺乳類の体毛のような短い小棘、さらに少数の太くて長い大棘をもつものがある(例えばヒラタブンブクなど; 重井, 1974)。(2) 痕跡的であるが、この構造体の周囲で小棘と思われるもの(図5)。(3) 構造体の側面に大棘と思われるもの(図4と6)が存在し、(4) 薄い殻状の物質が構造体の表面を覆っていた(図6)。加えて(5) 構造体とブンブクウニの形態の類似性なども挙げられる(例えば、図4、図6、図7)。まだこの構造体がブンブクウニ類化石であるとの決定的な証拠にまでは至っていないが、次の約2m上位の地層上面に見られた長さ20cm程の凹型の生痕化石がこれらを補強した(図8の1)。その部分を採用した型を検討した結果、潜在性のウニ類が休息と移動を繰り返したと見られるもので、棲管痕の丸く膨らんだ部分が休息をしたところ(resting impression)を示すと推定した(図8の2)。このような生痕化石はBernardi *et al.* (2010; Fig. 5) の報告例に近似する。



図2 Loc.1産の生痕化石の粘土型

細い矢印の間がそれぞれ異なる棲管の凸型の上面観を、太い矢印は別の棲管の横断面を示す。横断面では中央部の芯とそれを取り巻く壁状の構造が認められる。左側の棲管痕は円を描くような形状を示し、写真下方に進行している。

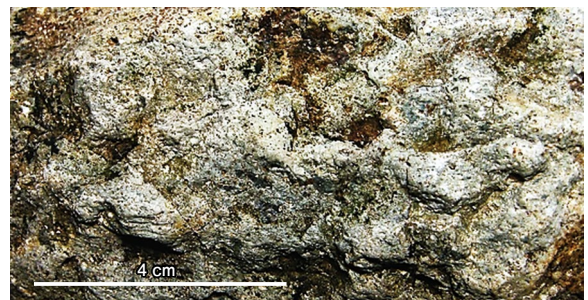


図3 Loc.1の排水溝底の生痕化石

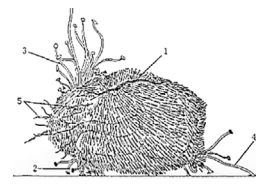


図4 元来はウニ類と見られる構造体(左)とブンブクウニ *Brissopsis lyriferano* の側面のスケッチ(重井, 1974)

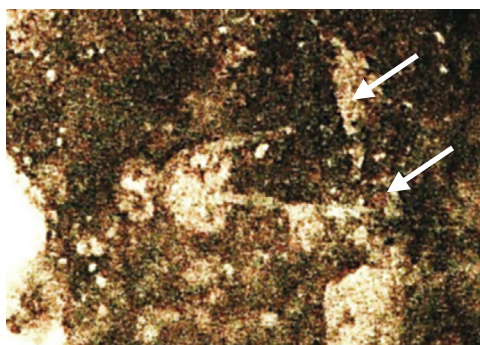


図5 小棘と見られる化石（矢印）
下方の長い小棘の長さは約1mmである。



図6 ウニ類と見られる構造体
表面を薄い殻状物質（明るい色の部分）が覆っている。

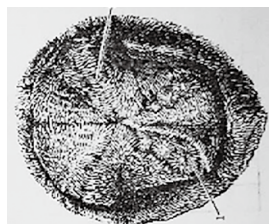


図7 コモチブングウニのスケッチ（重井，1974）。
化石の構造体（図6左）の表面形態は不鮮明ではあるものの、小棘を取り除いた本図ウニのものと類似する可能性が高い。

Loc.4（公園遊園地の北側：笏谷層上部）の化石

Loc.3より上位の凝灰岩層、凝灰質砂岩泥岩層が分布し、風化して赤色～黄褐色を呈する。高さ3mほどの露頭の直下の転石から小型～大型の生痕化石が産出した（図版3）。それらのうちのフィコサイフォン *Phycosiphon*（図版3の1）は、太古の時代から現在までの海底堆積物に限られた地層から産出しているものである（例えば泉，2017；奈良，2020）。従って共存した生痕化石（図版3の2～4）も同様に海生のものに所属すると認定した。

Loc.5（弘法院大師堂の北側：小山谷層）の化石

溶結した凝灰岩層が分布しており（図版4の1と2）、その一角から砂管型の生痕化石が産出した（図版4の3と4）。これの生痕種については定かではないが、恐らくゴカイ類ではないかと考えている。これまで本層は、陸上火砕流による堆積物である（吉澤，2008）、また溶結部の存在は大半が陸上部で定置したことを示唆する（鹿野ほか，2007）と述べられてきた。著者も永らくそのように考えてきた。しかし、今回の生痕化石が産出したことにより、少なくとも

その一部が水底（恐らく海底）で形成されたことが明らかになった。

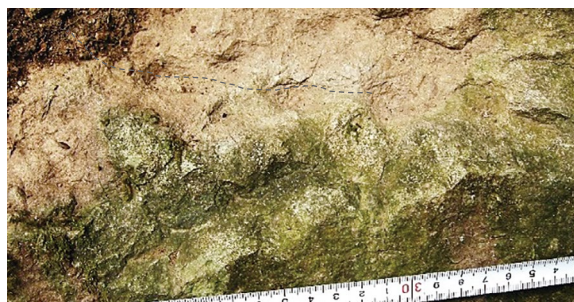


図8の1 Loc.3（NHK送信塔の南側）の化石
ウニ類と見られる潜在性の生痕種は地層面と調和的に右に向かって移動した。

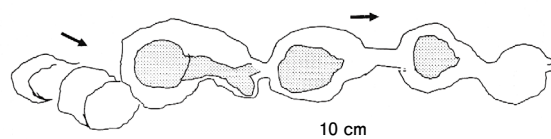


図8の2 図3-1の生痕化石の型のスケッチ
生痕種の移動方向を矢印で、休息したと見られた深く凹んだ部分を網目で示した。

まとめ

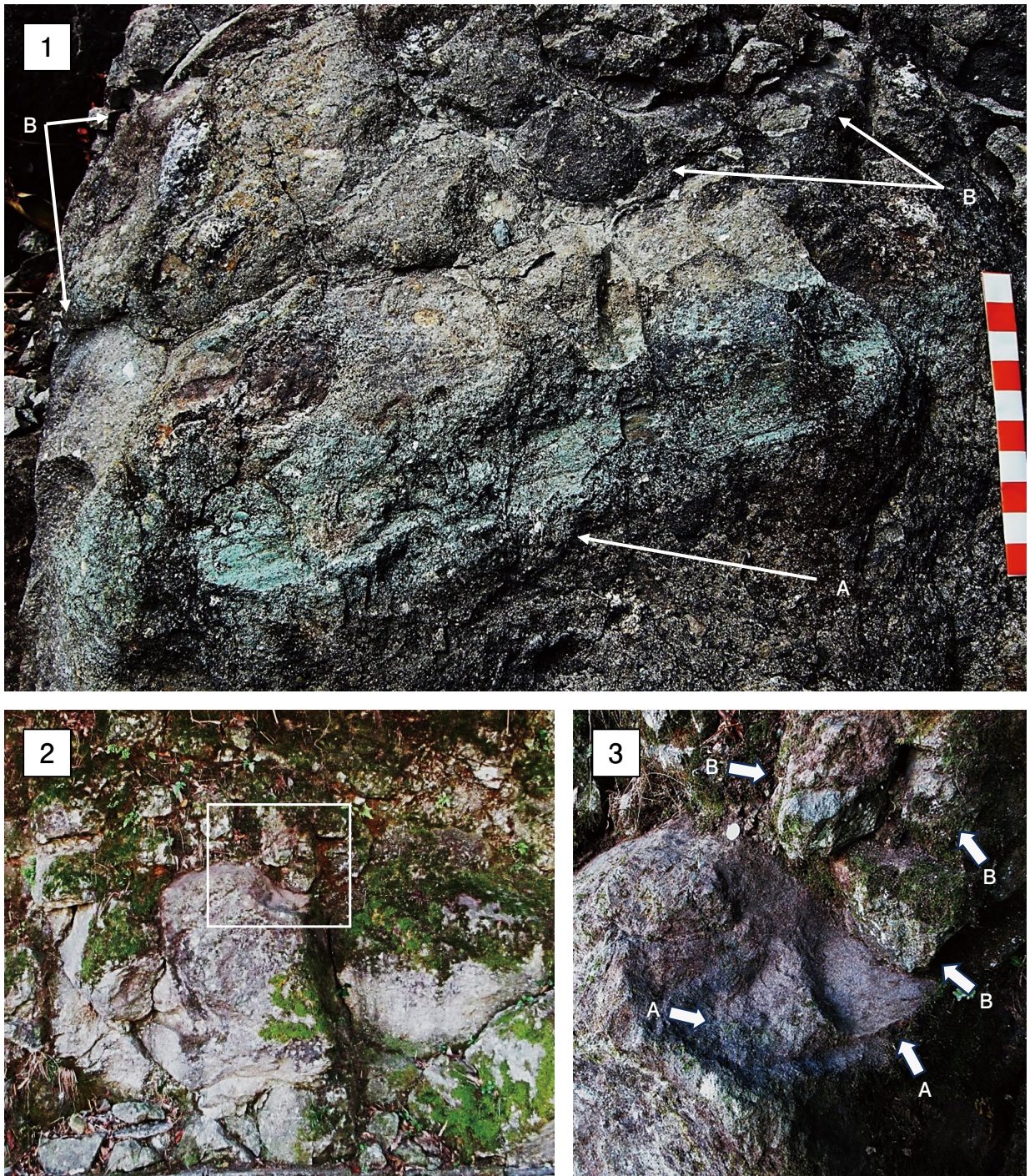
福井市足羽山の下部中新統の笏谷層と小山谷層について化石調査を行った。その結果、海生環境を示すフィコサイフォン *Phycosiphon*、潜在型のウニ類の棲管痕と見られる大型生痕、ブングウニ類の体化石の可能性が考えられる構造体などの化石が数か所から産出した。このことにより初めて足羽山が海底で誕生したことが明らかにされた。同時にこれは化石の証拠を伴った事例としては福井県における新第三系最古のものとなる。

謝 辞

福井市自然史博物館の吉澤康暢元特別館長（故人）には、生前に足羽山の地質について貴重な議論をさせていただいた。埼玉県おのが化石館の小幡喜一氏には、化石写真（図版4の1と3）について貴重なご教示と関係する文献などの提供を賜り、本研究の進展に大いに寄与した。ここに記して厚くお礼申し上げる。

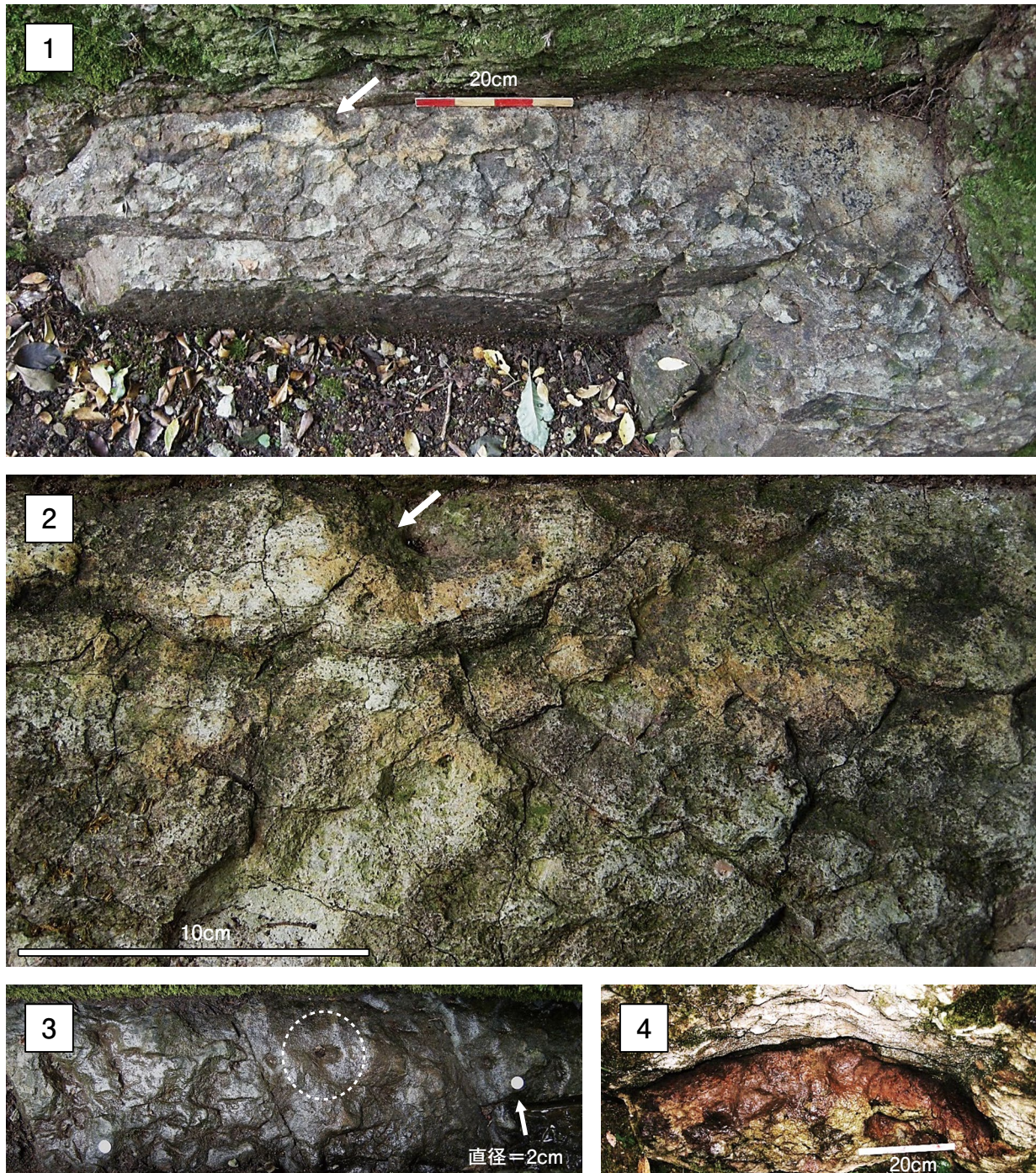
文 献

- Bernardi, M., boscheler, S., Ferreti, P. & Avanzini, M., 2010, Echinoid burrow *Bichordites monastriensis* from the Oligocene of NE Italy. *Acta Palaeontologica Polonica*, **55**, 479-486.
- Gibert, J. M. and Goldring, R., 2008, Spatangoid - produced ichnofabris (Baterig Limestone, Miocen,



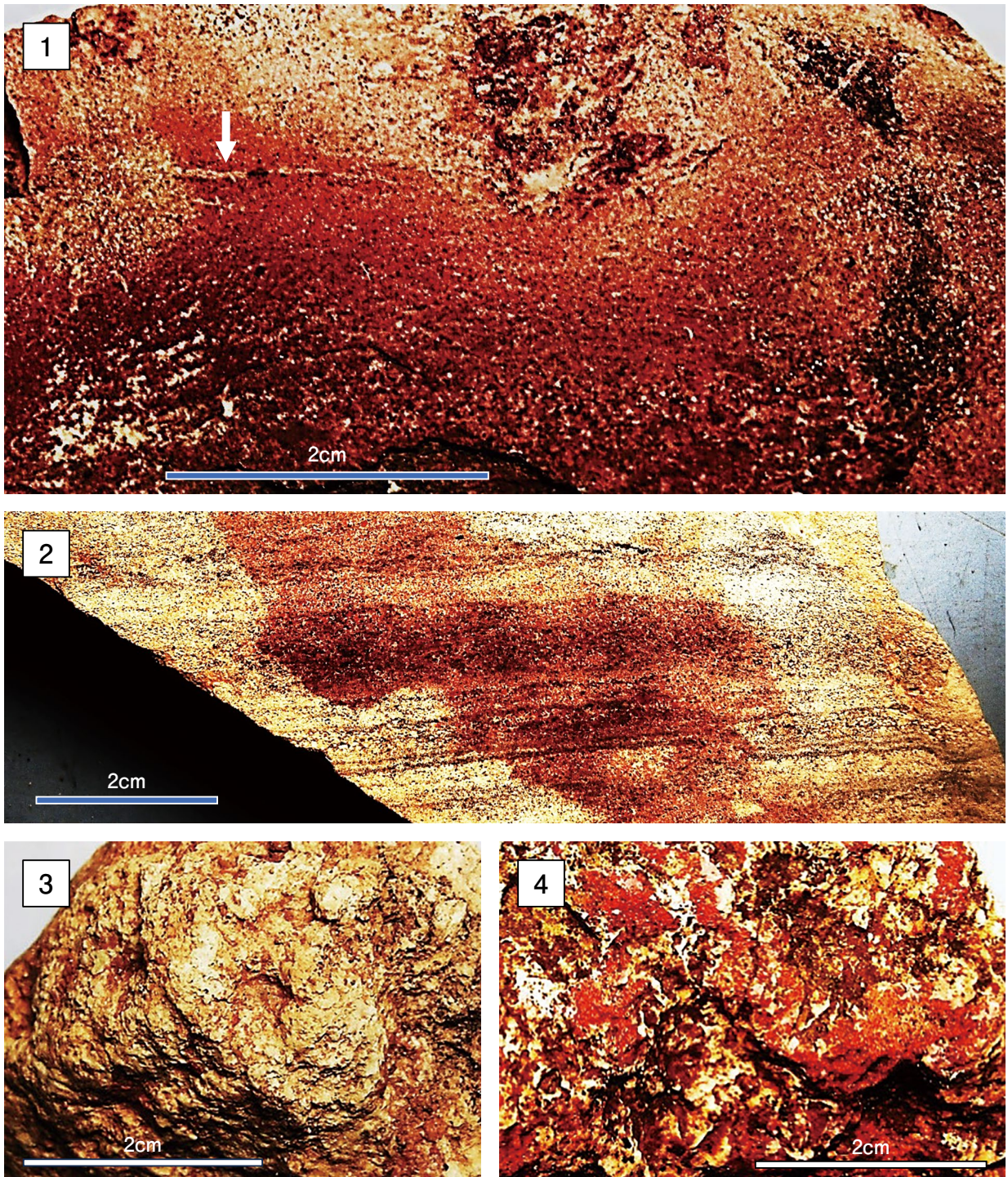
図版1 笏谷層下部 (Locs.1-2) の材および生痕化石

1は、Loc.1の材化石と大型生痕化石が共産する露頭の一部。緑色の材化石 (A) は印象程度のもので、生痕化石がこれを横切っていた。樹種は不明である。円筒状の大型の生痕化石 (B) は写真の全面に分布し、ほぼ堆積面に調和的な産状を示している。紅白のスケール=10cm。2は、Loc.2のかなり崩れかけた道路切割の鉛直の露頭面で、注視すると多数の大型の生痕化石を確認できた。3は、2の白枠部分を少し右方向から見たものである。地層面に調和的な産状の生痕化石 (A) とほぼ直交した産状の生痕化石 (B) が存在した。左上の白円=2cm.



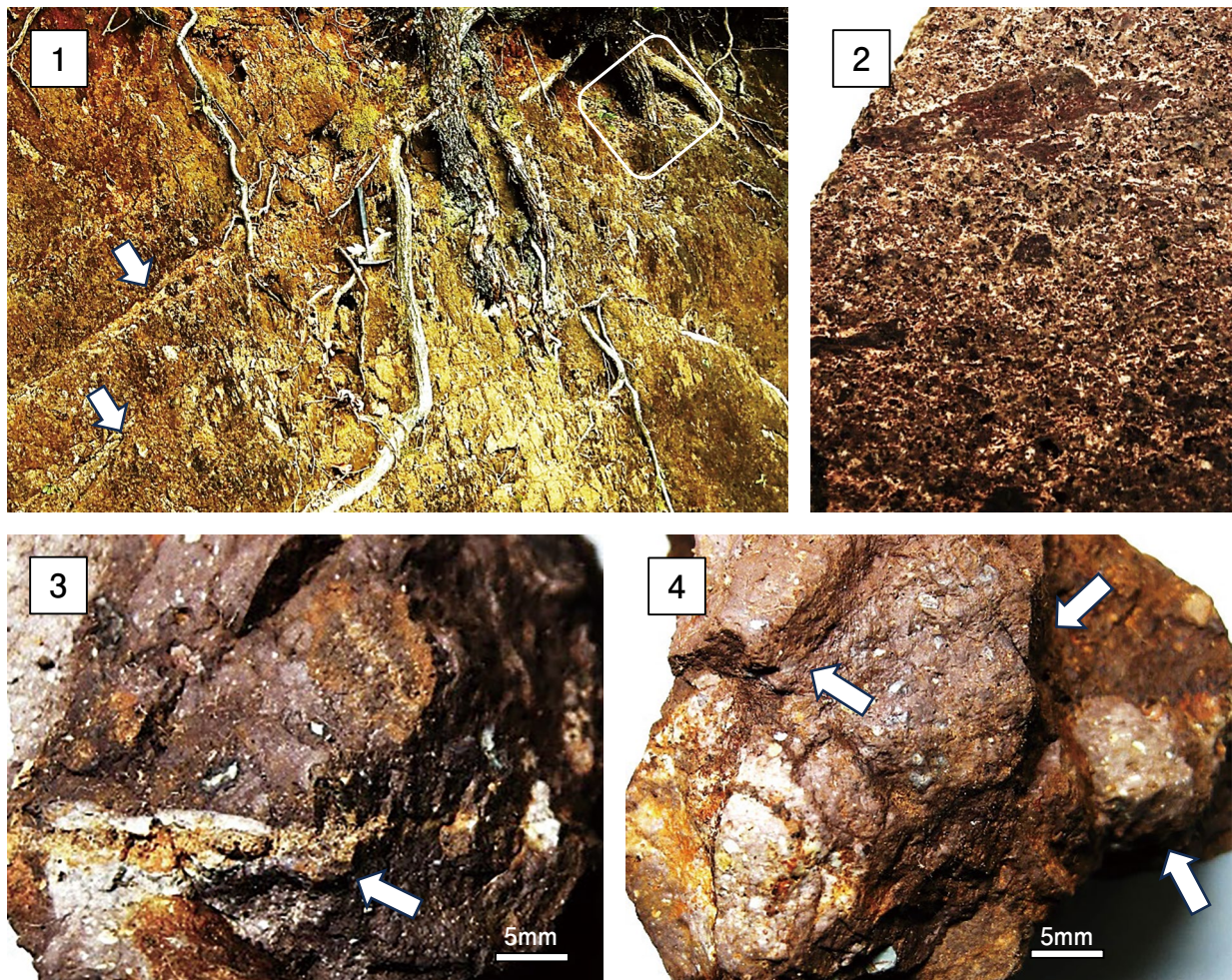
図版2 笥谷層上部 (Loc.3) の生痕化石

道路を挟んで水平10m、鉛直2～3mほどの範囲に1～4の露頭が観察できた。1は、道路わきの地層上面で、生痕化石は一面に地層面と調和的に分布していた。写真下方の地層の断面では上下に移動する生痕化石を見ることができた。2は、1の一部を拡大したもので、曲がりくねった生痕化石を良く観察できた。両図の矢印は同じ場所を示す。3は、1のやや下位の道路わきの排水溝底面で、青緑色の凝灰岩表面が黒色に変色していた。ウニ類棲管の芯と見られるものが円内の中央に突出していた。4は、大型の棲管の跡（凹型）と見られたもので、右への移動とこれに直交して移動するものが存在した。道路を挟んだ1のやや上位の対面で、凝灰岩が風化して青緑色から赤褐色に急速に変色する変化が鮮明であった。本図版に示した生痕化石の産状は、スペインの中新統から産出したブンブクウニ類のもの (Gibert and Goldring, 2008) に比較検討できるものである。



図版3 笏谷層上部 (Loc. 4) の生痕化石

1は、層理と直交した研磨面で、珪質化していて硬い。上部に向かって無層理・塊状になり、両者の境の付近に生痕化石のフィコサイフォン *Phycosiphon* と見られるものが細い筋状に伸びている。これは海生環境に限られた生痕化石である。2は、1と同様の研磨面で、葉理状構造の多くのものがこれの生痕跡を示していた。3と4は、堆積層の上面観と見られるが、3は下層から上層へ、4は堆積層と調和的に左に向かう螺旋状の生痕化石が卓越していた。1～4は、高さ1～3mの露頭下の転石中に共産した化石群である。



図版4 小山谷層（Loc.5）の地層と生痕化石

1は、化石を産出した露頭で溶結した凝灰岩層からなる。化石は堆積サイクルの境界（矢印）の延長部の白粋部分から産出した。中央にハンマーがある。2は、溶結した凝灰岩の鉛直断面の研磨面である。3は、凝灰岩の破断面の砂管化石で、細粒砂で埋められた芯と白色粘土質の壁が明瞭であった（矢印）。4は、3の裏面のもので、茶褐色の壁を持つ砂管化石（矢印）が存在した。

Spain) and the preservation of spatangoid trace fossils. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **270**, 299–310.

泉 賢太郎, 2017, 生痕化石から分かる古生物のリアルな生きざま, ベレ出版, 159p.

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）, 産総研地質調査総合センター, 68P.

中川登美雄・平山勝大・小幡喜一, 2020, 福井県越前海岸に分布する下部中新統国見層の生痕化石群集, 福井大学地域環境研究教育センター研究紀要, (27), 27–51.

中川登美雄・小幡喜一, 2021, 福井県坂井市三国町に分布する中部中新統米脇層の生痕化石群集, 福井大学地域環境研究教育センター研究紀要, (28), 1–12.

Nara, M., 2004, Trace fossil *Bichordites monastriensis* in Pleistocene shallow marine deposits of the Boso Peninsula, central Japan, and its paleoenvironmental significance. *地質学雑誌*, **110** (11), XIX–XX.

奈良正和, 2022, 第5章 生痕化石, 161–170. In 日本堆積学会（監）, フィールドマニュアル 図説堆積構造の世界, 221p, 朝倉書店.

大森晶衛編・地学団体研究会生痕化石研究グループ, 1993, 生痕化石調査法－古生物の生活を探る－, 地学団体研究会, 145P.

重井睦夫, 1974, 第3綱 ウニ（海胆）類, 208–332. In 内田 亨（監）, 動物系統分類学（中）棘皮動物, 中山書店, 403p.

安野敏勝, 2017, 福井市足羽山（前期中新世）から産出した化石, 福井市自然史博物館研究報告, (64), 25–28.

吉澤康暢, 2008, 福井市足羽山の笏谷石と旧採掘坑道の陥没, 福井市自然史博物館研究報告, (55), 33–46.

Marine trace fossil (Lower Miocene) from Mt. Asuwayama in Fukui City, Fukui Prefecture, central Japan

Toshikatsu YASUNO*

Abstract

Upper most strata, dacitic pyroclastics, of the lower Miocene Ito-o formation accumulated in the Mt. Asuwayama, Fukui City, and the Shakudani Ishi of Miocene Green Tuff composes mainly them. Recently several outcrops of their dacitic pyroclastics including abundant marine trace fossils, Echinoid burrow and *Phycosiphon*, were found here. Therefore, the strata of Mt. Asuwayama were reported firstly to be marine accumulations based on their fossils and indicate as the lowest one of the Miocene yielding marine fossils in Fukui Prefecture.

Key words

Mt. Asuwayama, Shakudani Ishi, Miocene, *Phycosiphon*, Echinoid burrow,