

長野県小谷地域の浦川左岸に露出する 下部ジュラ系来馬層群の岩相と層序

Lithology and stratigraphy of the Lower Jurassic Kuruma Group in the left bank of the Urakawa
River in the Otari area, Nagano Prefecture, central Japan

高橋 啓太^{a, ※1} 川尻 啄真^{b, ※2}
志津田 育正^{c, ※3} 漆山 凌^{a, ※4}
松本 健^{d, ※5} 茨木 洋介^{a, e} 松岡 篤^f

^c 中央開発株式会社中部支店
Chuo Kaihatsu Corporation Chubu branch office, Nagoya,
Aichi 453-0853, Japan

^d 昭和測量株式会社
Showa Sokuryo Corporation, Yamanashi 400-0032, Japan

^e フォッサマグナミュージアム
Fossa Magna Museum, Itoigawa 941-0056, Japan

^f 新潟大学理学部
Faculty of Science, Niigata University, Niigata 950-2181,
Japan

Keita Takahashi^{a, ※1}, Takuma Kawajiri^{b, ※2},
Ikumasa Shizuta^{c, ※3}, Ryo Urushiyama^{a, ※4},
Ken Matsumoto^{d, ※5}, Yousuke Ibaraki^{a, e}
and Atsushi Matsuoka^f

^a 新潟大学大学院自然科学研究科
Graduate School of Science and Technology, Niigata
University, Niigata 950-2181, Japan

^b 株式会社復建技術コンサルタント
Fukken Gijutsu Consultants Co., Ltd, Sendai, Miyagi 980-
0012, Japan

※現在の所属は, 1. 長岡市立科学博物館, 2. 株式会社
復建技術コンサルタント関西支店, 3. 株式会社長大, 4.
株式会社村尾技建, 5. 甲府市上下水道局.

Abstract

A columnar section of the Yoshinazawa Formation of the Lower Jurassic Kuruma Group, exposed along the left bank of the Urakawa River in Otari Village, Nagano Prefecture, is depicted and is described in detail. The section is composed mainly of mudstone, sandstone, and tuff associated with minor conglomerate. The most dominant lithology in the section is alternating beds of sandstone and mudstone. The beds trend NW-SE or N-S and dip 40–70° W. Sedimentary structures such as sole marks and cross laminae indicate that the sequence has a stratigraphic up-section to the east. Plant fossils are common in sandstone and mudstone. A silicified wood trunk fossil with >30 cm in length is included in alternating beds of sandstone and mudstone. It is supposedly an in-situ fossilized stump judging from its orientation which is perpendicular to the bedding planes.

Keywords: *Kuruma Group, Yoshinazawa Formation, Lower Jurassic, silicified trunk fossil, Urakawa, Otari*

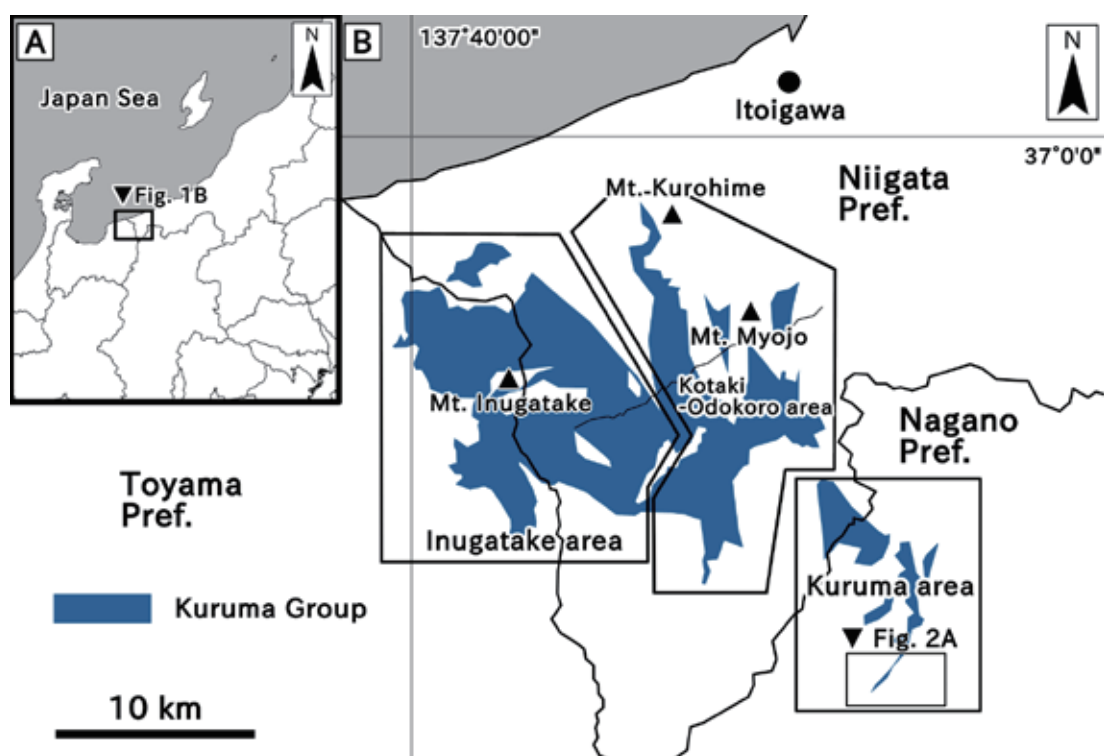


Fig. 1. A: Index map of the study area. B: Distributions of the Kuruma Group (modified from Nakada *et al.*, 2021).

はじめに

来馬層群は新潟県、富山県、長野県の県境付近に分布する下部ジュラ系である (Fig. 1). 本層群は陸域ないし浅海域で形成された泥岩、砂岩、礫岩およびそれらの互層を主とし、凝灰岩層を挟む。来馬層群の分布域は西部の犬ヶ岳地域、中部の小滝川・大所川地域および東部の来馬地域に大きく区分される (Fig. 1)。

小林ほか (1957) は来馬層群の包括的な研究を実施し、犬ヶ岳地域における本層群の層序を下位から漏斗谷層、北又谷層、似虎屋層、寺谷層、楯谷層、大滝谷層、水上谷層に区分した。水上谷層については、岩相、層位的位置、碎屑性ジルコンの U-Pb 年代データなどから、近年では手取層群相当層として扱われている (酒井ほか, 2012; 竹内ほか, 2017 など)。白石 (1992) は、小滝川・大所川地域および来馬地域の来馬層群の層序を下位から蒲原沢層、大所川層、ヨシナ沢層に区分し、犬ヶ岳地域の層序との対比を行った。

来馬層群からは多くの動植物化石の産出がこれま

で報告がされている。動物化石についてはアンモノイド、ベレムナイト、二枚貝、腕足類、海生爬虫類などの産出報告がある (茨木ほか, 2017)。植物化石については中生代植物研究会 (2017) が出版した「日本産ジュラ紀の植物化石図鑑 一來馬型植物群」にまとめられている。最近では、茨木ほか (2017) が小滝川流域から汽水生二枚貝化石の産出を報告している。Nakada *et al.* (2021) は、犬ヶ岳地域からアンモノイド化石の産出を報告し、*Amaltheus* 属の新種を記載した。Ito *et al.* (2023) は、小滝川沿いに露出する来馬層群の礫岩中の珪質岩礫からペルム紀放散虫化石の産出を報告した。

来馬層群は、日本では数少ないジュラ紀の恐竜化石を含む地層としても知られている。畠山 (1995) および小谷村恐竜化石学術調査団 (2000) は、来馬地域のヨシナ沢層より獣脚類の足跡化石の産出を報告しており、Matsukawa *et al.* (2005) は *Schizograllator otariensis* として新種記載している。また、その化石標本は長野県の小谷村郷土館に展示されている。小谷村を流れる姫川支流の浦川沿いには来馬層群ヨシナ沢層が分布する。このヨシナ沢層

の分布は、来馬地域での最南部に当たり恐竜の足跡化石の産出地点の層準に近い。浦川左岸の護岸工事の際にヨシナ沢層からなる大規模な露頭が出現した。その大露頭の地質調査を実施する過程で、地層中に含まれる珪化した樹幹化石の産出が確認された（松岡ほか，2023）。来馬層群の樹幹化石は犬ヶ岳地域において産出報告がある（前田，1959）が、来馬地域における産出報告はほとんどない。本報告ではこの大露頭を構成する来馬層群ヨシナ沢層の岩相および層序について記載し、樹幹化石の産出層準を示す。なお、樹幹化石についての詳細な検討結果は、稿を改めて報告する予定である。

地質概説

調査地域は長野県北安曇郡小谷村の西部に位置する浦川の流域に当たる（Fig. 2A）。調査地域周辺には、来馬層群以外に、時代未詳の超苦鉄質岩、ペルム系母池コンプレックス、古第三系石坂流紋岩、第四系の火山岩類が分布する（中野ほか，2002）。調査地域周辺の来馬層群は、来馬地域では最上位を占めるヨシナ沢層からなる。

検討を行った露頭は、浦川の左岸に沿って約 150 m にわたって露出する（Figs. 2B, 3）。層理面は一般に北西－南東または南－北の走向を示し、西に 40～70° 傾斜する同斜構造を示す。後述するように、地層は東上位であり、全体として逆転している。この露頭を 2 つのセクションに区分し、層位的下位に当たる西側をセクション W、上位に当たる東側をセクション E とよぶ（Fig. 3）。両セクションの間には、層厚にして約 20 m の露頭欠如がある。セクション全体を通した地層の層厚は約 135 m である。2 つのセクションは、主として、泥岩、砂岩および凝灰岩からなり少量の礫岩を伴う。泥岩および砂岩は凝灰質であることが多い。また、貫入岩として安山岩が見られる。

地質構造

セクション W および E で観察される地層は、一般に北西－南東または南－北の走向を示し、西に 40～70° 傾斜する同斜構造を示す。次の岩相記載の章で述べるように、ツールマークや斜交葉理は東上位を示している。従って、地層は全体として逆転している。露頭ではいくつかの断層が確認され、層面断層と斜交断層の 2 系統に分けられる。なお本稿では、露頭において層理面に平行な断層を層面断層、層理面に斜交する断層を斜交断層と呼ぶことにする。

1. 層面断層

層理面に対して平行な断層は、泥岩や凝灰岩などの細粒岩と厚層の砂岩との境界部によく見られる。典型的な例は W-05 と W-06 の境界や E-04 と E-05 の境界である。砂岩泥岩互層中の層面断層としては、W-02, E-01, E-05, E-08 内の断層があげられる。砂岩泥岩互層中に見られる層面断層は、泥岩部が破碎されている場合が多い。破碎帯の幅は 15～50 cm である。

2. 斜交断層

層理面に対して斜交する断層は、主にセクション E においてよく見られる。断層面の走向は北東－南西で、傾斜は中角度で東に傾斜する場合が多い。斜交断層は、E-03 と E-04 を通り、一部は E-05, E-06, E-07 まで伸びている様子が認められる。破碎帯の幅は、10～20 cm である。また、斜交断層は、E-04 と E-05 の境界や E-05 内の層面断層を切っている。

ユニット区分と岩相記載

浦川左岸に沿って見られる検討露頭の全景の写真とセクション E のスケッチを Fig. 3 に示す。記載の便宜上、セクション W を W-01～W-06 に、セクション E を E-01～E-09 に区分した。露頭全体の岩相柱

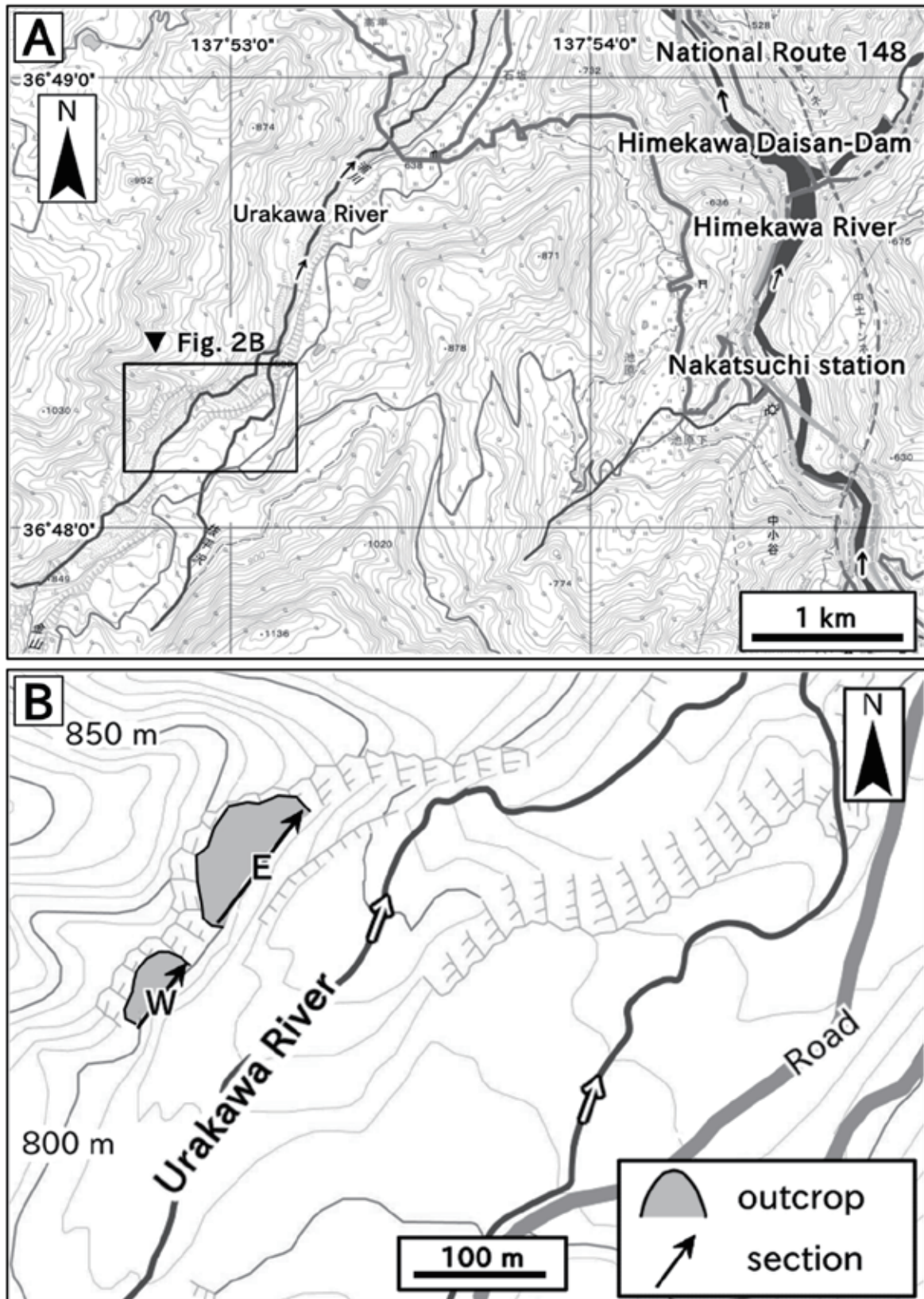


Fig. 2. A: Locality of the study area. B: Detailed location of the study section (modified from topographic map published by Geospatial Information Authority of Japan).

状図およびユニット区分を Fig. 4 に示す。セクション E における露頭写真を Fig. 5 に、採取した岩石標本の研磨片写真を Fig. 6 に示す。また両セクションから採取した岩石標本の薄片写真を Fig. 7 に示す。以下に、セクションごとに岩相ユニットについて記載する。

1. セクション W

本セクションは、層厚にして約 15 m 離れた 2 つの露頭からなる。本セクションに見られる地層の全層厚は約 30 m である。層厚にして 10 m に相当する上流（西）側の露頭を W-01 と W-02 の 2 つのユニットに、20 m に相当する下流（東）側の露頭を W-03 から W-06 の 4 つのユニットに区分した (Figs. 3, 4)。W-05 と W-06 は層面断層を介して接し、それ以外のユニットの境界は整合である。

W-01 中粒から細粒の砂岩層の間に泥岩層が挟在する。砂岩層は全体に暗緑色を呈するが、下部の砂岩は凝灰質である。泥岩は黒色を呈する。泥岩には平行葉理が見られるほか、炭質物が含まれる (Fig. 7A)。

W-02 下部の泥岩層から中部の砂岩泥岩互層、上位の砂岩層へと上方粗粒化が認められる。泥岩は黒色を呈する。砂岩泥岩互層とは層面断層で接し、破碎され脆くなっている。砂岩泥岩互層は中粒から細粒の暗緑色を呈する凝灰質砂岩 (Fig. 7B) が優勢で、砂岩の単層厚は最大約 50 cm である。凝灰質砂岩には級化構造や逆級化構造がしばしば見られ、その細粒部に泥岩が薄層として挟在する。また、長径数 mm から 1 cm の火山豆石が含まれることがある (Fig. 7C)。砂岩層は淘汰の良い中粒砂からなり白色を呈する。上方粗粒化が認められる。

W-03 砂岩優勢の砂岩礫岩互層からなる。砂岩は粗粒～中粒で灰色を呈する (Fig. 7D)。砂岩層の単層厚は最大で 2 m である。砂岩層は、直径数 mm の礫をまばらに含んでいる。礫岩層は主に細礫から中礫で構成され、礫支持である。礫岩層の単層厚は最大で 20 cm である。礫の円磨度は円礫～亜円礫であり、淘汰はよくない。礫種は、流紋岩をはじめと

する火山岩礫を多く含み、その他に泥岩、チャートなどの堆積岩礫で構成される (Fig. 6B)。

W-04 下部の泥岩層から凝灰質砂岩層へと上方粗粒化が認められる。泥岩は黒色を呈する (Fig. 7E)。凝灰質砂岩は粗粒から中粒で暗灰色を呈する。凝灰質砂岩は、直径数 mm の細礫をまばらに含む。

W-05 暗灰色を呈する凝灰岩層からなる。凝灰岩には平行葉理が顕著に発達する。

W-06 下部の泥岩層から上部の凝灰質砂岩層へと上方粗粒化が認められる。泥岩は黒色を呈する。W-05 の凝灰岩層とは層面断層を介して接し、全体的に破碎されている。凝灰質砂岩は粗粒から中粒で暗灰色を呈する。直径数 mm の黄色を呈する軽石片が多く含まれる (Fig. 6A)。

2. セクション E

セクション W の露頭とは層厚にして 約 20 m 離れている。本セクションを構成する地層の全層厚は約 100 m であり、E-01 から E-09 の 9 つのユニットに区分した (Figs. 3, 4)。E-04 と E-05 は断層を介して接し、それ以外のユニットの境界は整合である。樹幹化石を含む E-05 の詳細な岩相柱状図を Fig. 4B に示す。

E-01 砂岩優勢の砂岩泥岩互層からなり、緑色の安山岩が貫入する (Fig. 5A)。砂岩は細粒から粗粒で、灰色を呈する。砂岩の単層厚は最大 3 m である。ユニットの下位から上位に向けて上方粗粒化が認められる。斜交葉理が発達する。泥岩は黒色を呈する。泥岩の単層厚は最大 1 m である。断層により破碎されている箇所もある。最大 5 cm の短冊状の材化石を含む。

E-02 砂岩優勢の砂岩礫岩互層からなる。砂岩は粗粒から中粒で暗灰色または灰色を呈する。砂岩の単層厚は最大 30 cm である。数 mm の泥岩層を挟在する。上方粗粒化が認められる。礫岩は細礫から構成され、淘汰がよい。礫岩の単層厚は最大 10 cm である。礫種としては火山岩礫が多い。礫岩層には最大 40 cm の短冊状の材化石が密集する層がある (Fig. 5B)。

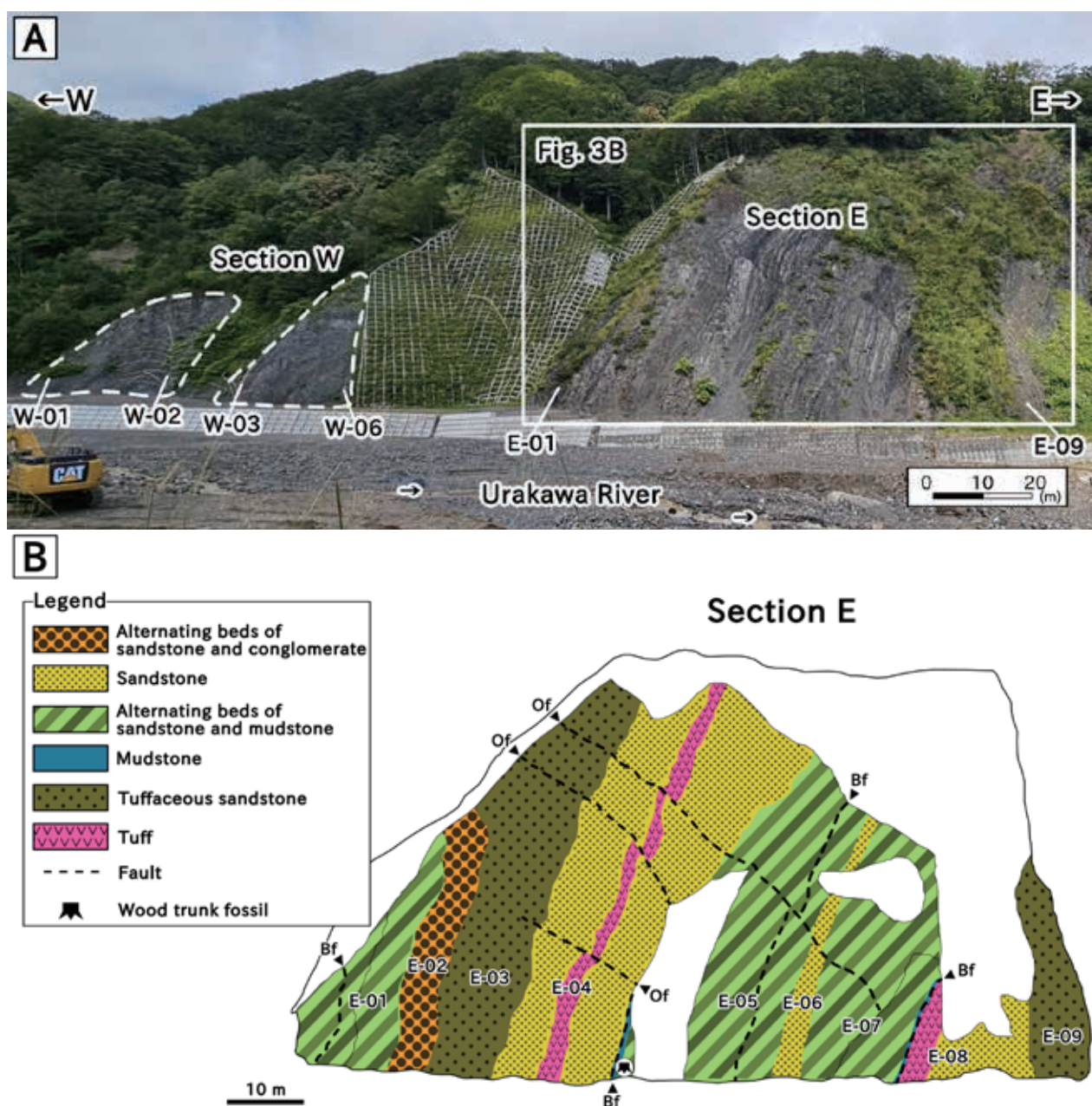


Fig. 3. Distant view of the study section. B: Sketch of section E. Bf: Bedding fault; Of: Oblique fault.

E-03 凝灰質砂岩層からなる。中粒から細粒で暗灰色を呈する (Fig. 7F)。上位に向かって緩やかな級化構造が見られる。数 cm ほどの葉化石が含まれる。

E-04 砂岩層からなり、ユニットの中央部に層厚約 1 m の凝灰岩層をとまう。粗粒から中粒で暗灰色を呈する。上方粗粒化が認められる。上部の砂岩は E-05 の下部にある泥岩と層面断層を介して接する。

E-05 泥岩優勢の砂岩泥岩互層からなり、E-04 との境界部に破碎された黒色泥岩を、砂岩泥岩互層中

に凝灰岩を伴う。砂岩は細粒で暗灰色を呈する。砂岩の単層厚は最大約 1 m である。砂岩には斜交葉理が発達する (Fig. 6C) ほか、正級化構造や逆級化構造が見られる。樹幹化石は E-04/05 境界から 2.8 m 上位の砂岩泥岩互層に含まれる。見えている部分のサイズは長径が約 30 cm であり、その長軸は層理面にほぼ直交する。樹幹化石の約 7 m 上位の砂岩層にはツールマークが見られる (Fig. 5C, D)。ツールマークの直径は約 1.5 ~ 2 cm のものが主体であり、最

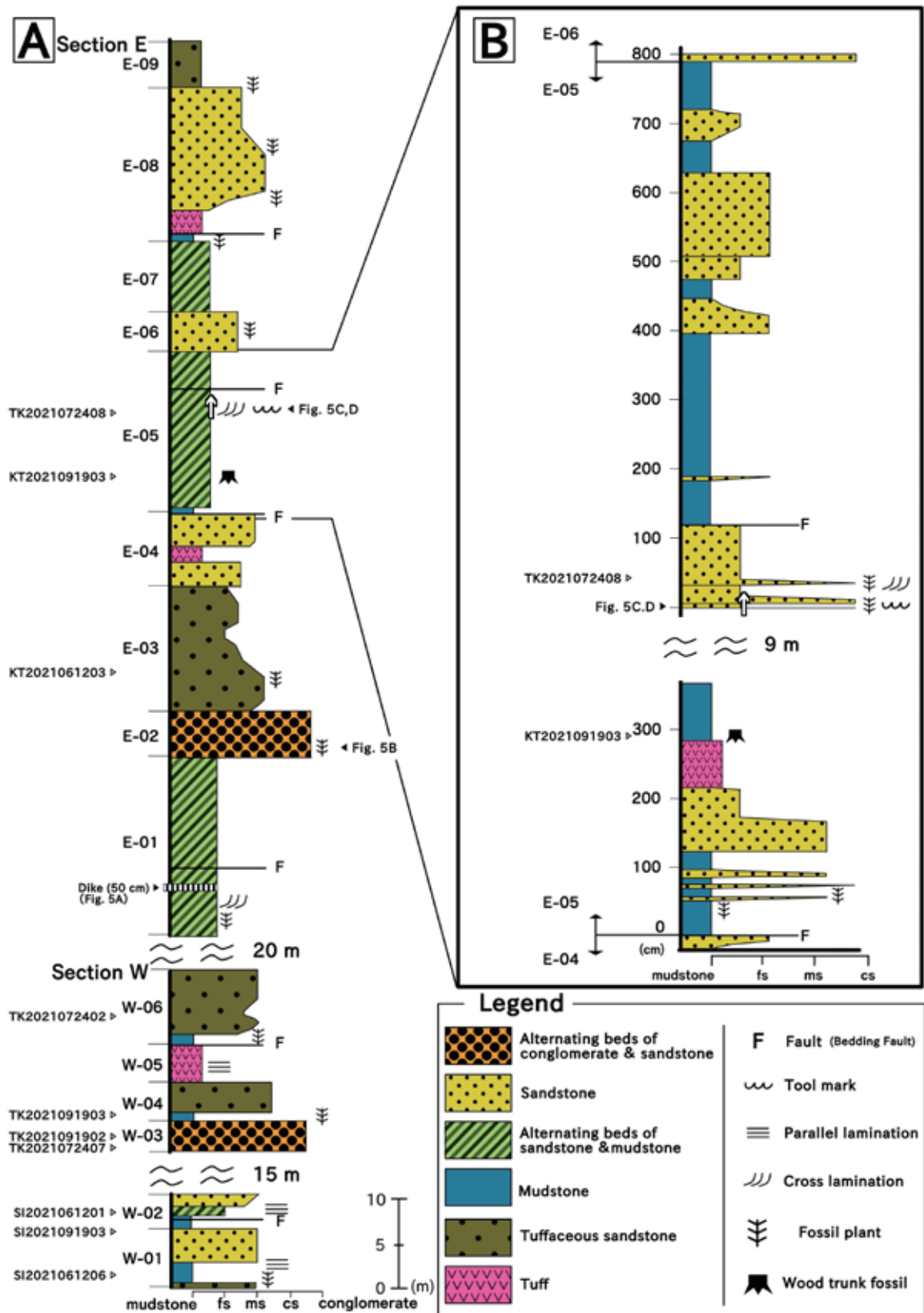


Fig. 4. A: Columnar section of whole outcrop. B: Detailed columnar section of unit E-05. fs: fine sandstone; ms: medium sandstone; cs: coarse sandstone. Horizons of silicified wood trunk fossil (KT2021091903) and other rock specimens are indicated. The white arrows in E-05 indicate that we confirmed the upper direction of this section is northeast.

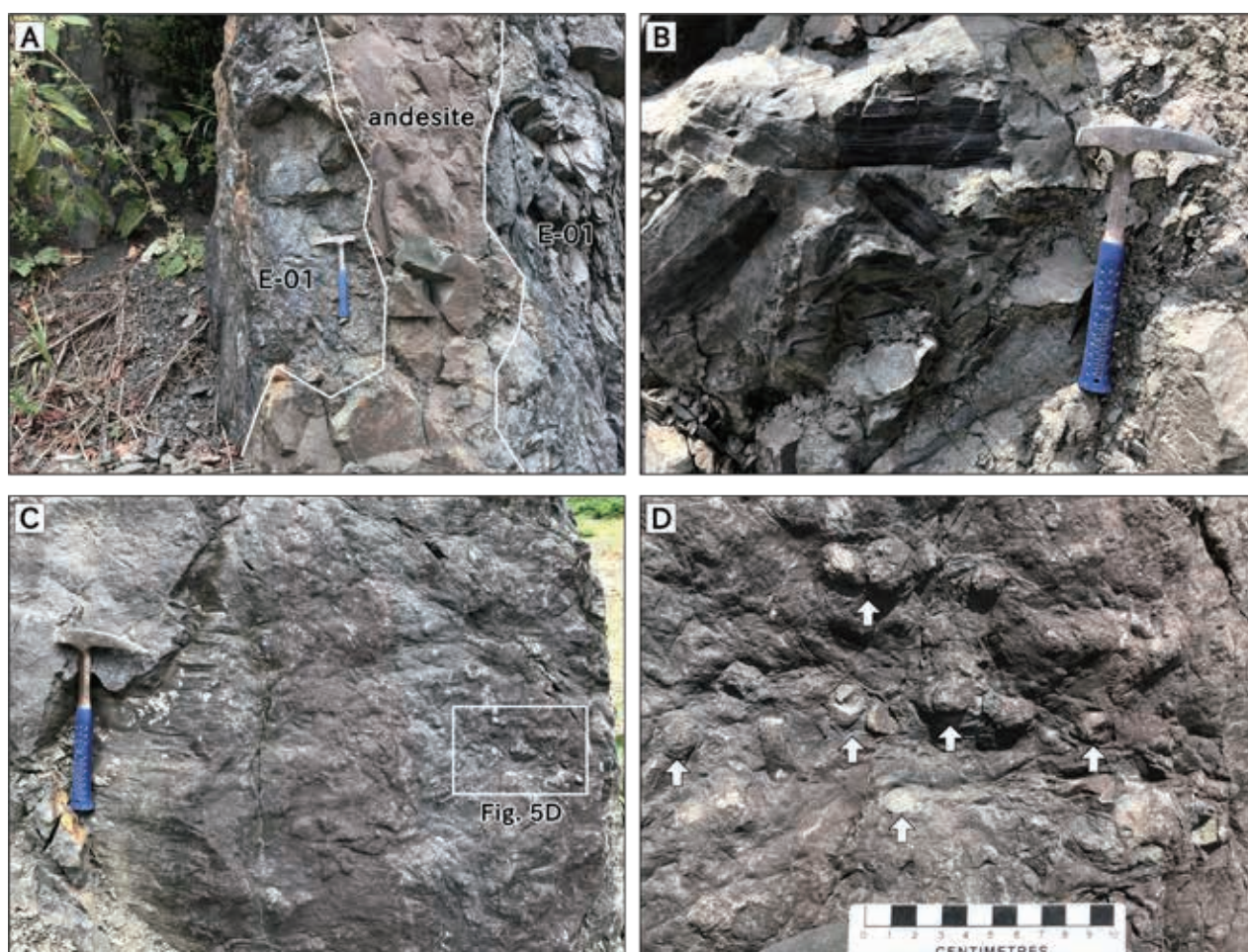


Fig. 5. Photographs of outcrops in section E. A: Andesite dike in unit E-01. B: Crowded fossil wood in conglomerate in unit E-02. C, D: Tool mark in unit E-05. They indicate that the upper direction of this section is northeast.

大で約 5 cm である。凸の大きさは約 0.5 cm のものが主体であり、最大で 1 cm となる。ツールマークが見られる層の底部は粒径 1 ～ 2 mm の粗粒な砂岩からなるが、削られているものについて観察すると、内部は 0.5 mm 未満の砂岩からなる。泥岩は黒色を呈する。泥岩の単層厚は最大約 2 m である。

E-06 砂岩層からなる。中粒から細粒で暗灰色を呈する。数 cm ほどの葉化石がまばらに含まれる。

E-07 泥岩優勢の砂岩泥岩互層からなる。基本的な岩相的特徴は E-05 の砂岩泥岩互層と同様である。

E-08 下部の泥岩層と凝灰岩層から砂岩層への上方粗粒化が認められる。泥岩は黒色を呈する。凝灰岩層とは層面断層で接しており、それにより破碎されている。凝灰岩は暗灰色を呈する。砂岩は細粒から粗粒で暗灰色を呈する。砂岩の下部では逆級化構造が、上部では級化構造が見られる。砂岩層中の粒

度の大きい箇所では最大 10 cm の材化石が密集している。

E-09 凝灰質砂岩層からなる。細粒から極細粒で暗灰色を呈する。

岩相ごとの特徴

前章では、記載の便宜上区分したユニットごとに岩相を記載し、主として礫岩、砂岩、泥岩、凝灰岩、凝灰質砂岩、砂岩泥岩互層から構成されることを示した。ここでは、主要な岩相についてその特徴を整理する。必要に応じて岩石スラブの観察や岩石薄片の顕微鏡観察の結果を含める。

砂岩礫岩互層 砂岩礫岩互層は W-03 と E-02 で見られる。いずれも砂岩優勢の砂岩礫岩互層である。

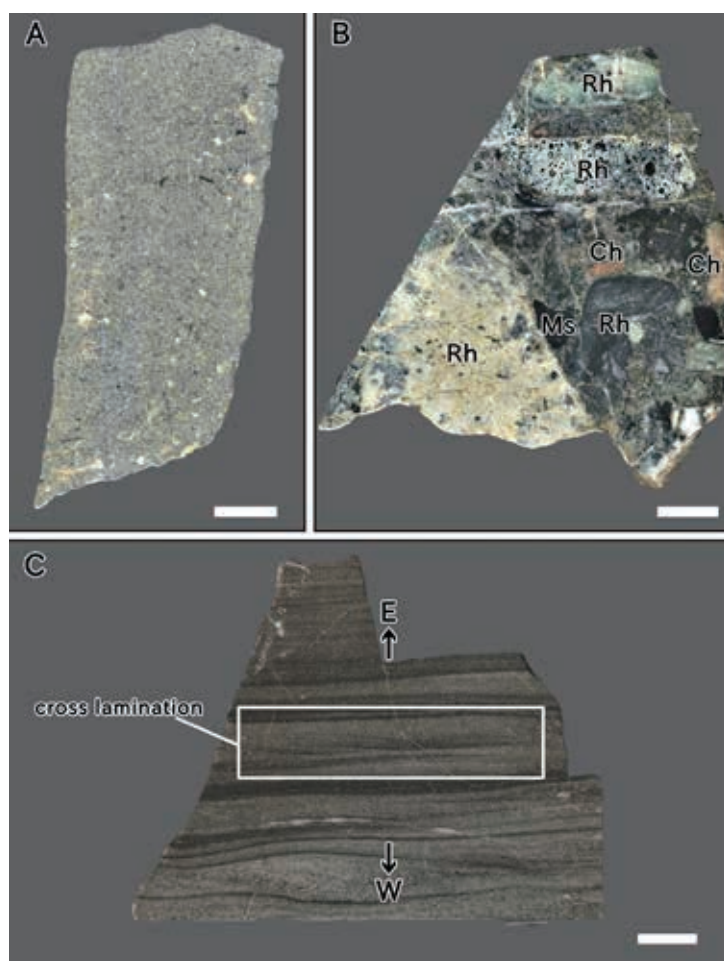


Fig. 6. Photographs of slab in section W. Scale bars indicates 1 cm. A: Sandstone in unit W-06 (sample TK2021072402). B: Conglomerate in unit W-03 (sample TK2021072407). Ms: Mudstone; Ch: Chert; Rh: Rhyolite. C: Tuff in unit E-05 (sample TK2021072408). Cross lamination surrounded by a white square indicates that the upper direction of this section is northeast. Sample horizons are indicated in Fig. 4.

礫岩の粒径は中礫～小礫である。E-02 では淘汰がよいが、W-03 ではあまりよくない。礫種としては、火山岩礫や砂岩、泥岩といった堆積岩礫で構成されているが、量は火山岩礫がやや多い。砂岩は細礫をまばらに含んでいる。E-02 では数 mm の泥岩の薄層が挟在する。

砂岩 砂岩は主に中粒～細粒を示す。基本的に暗緑色または暗灰色を呈するが、W-02 では白色のものが見られる。鏡下では火山岩片からなる石質アレナイトであるものが多い。セクション E の砂岩層には植物化石が含まれることがある。

砂岩泥岩互層 砂岩泥岩互層は W-02 と E-01, 05, 07 で見られる。W-02 は砂岩優勢、E-05, 07 では泥岩がやや優勢である。砂岩層は暗緑色を呈する凝灰

質砂岩か暗灰色を呈する砂岩からなる。平行葉理や斜交葉理が発達し、植物化石が含まれることがある。

泥岩 泥岩は黒色を呈する。断層のすべり面となっている場合、破碎され脆くなっている。植物化石を豊富に含み、薄い単質物の層が認められることもある。層厚は数 mm ～ 50 cm である。E-08 の下部で見られる断層は、この泥岩の面でずれている。

凝灰質砂岩 凝灰質砂岩は主に暗灰色を呈する。セクション W では粗粒から中粒なものが、セクション E では中粒から極細粒なものが見られる。W-04 では数 mm の細礫を、W-06 では黄色を呈する軽石片を含む。

凝灰岩 凝灰岩は灰色を呈する。ほとんどが泥岩から中粒砂岩の粒度をもち、淘汰が非常に良い。貝

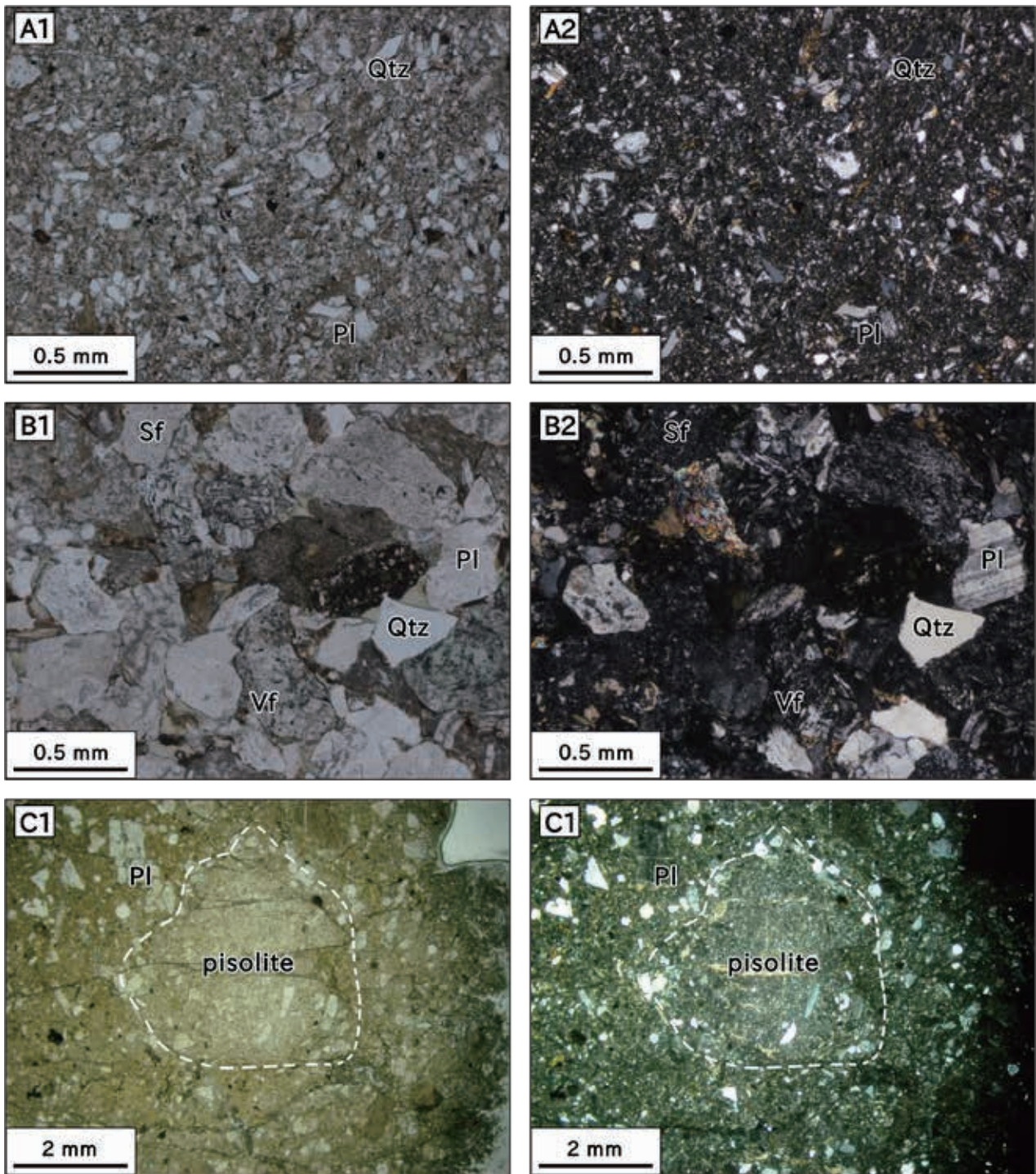


Fig. 7. Photomicrographs of thin sections. A: Mudstone in unit W-01 (sample SI2021061206). B: Sandstone in unit W-02 (sample SI2021061201). C: Sandstone in unit W-01 (sample SI2021091903). D: Sandstone in unit W-03 (sample TK2021091902). E: Mudstone in unit W-04 (sample TK2021091903). F: Sandstone in unit E-03 (sample KT2021061203). A1, B1, C1: Plane-polarized light; A2, B2, C2: Cross-polarized light. D1, E1, F1: Plane-polarized light; D2, E2, F2: Cross-polarized light. Qtz: Quartz; Pl: Plagioclase; Vf: Volcanic rock fragment; Sf: Sedimentary rock fragment. Sample horizons are indicated in Fig. 4.

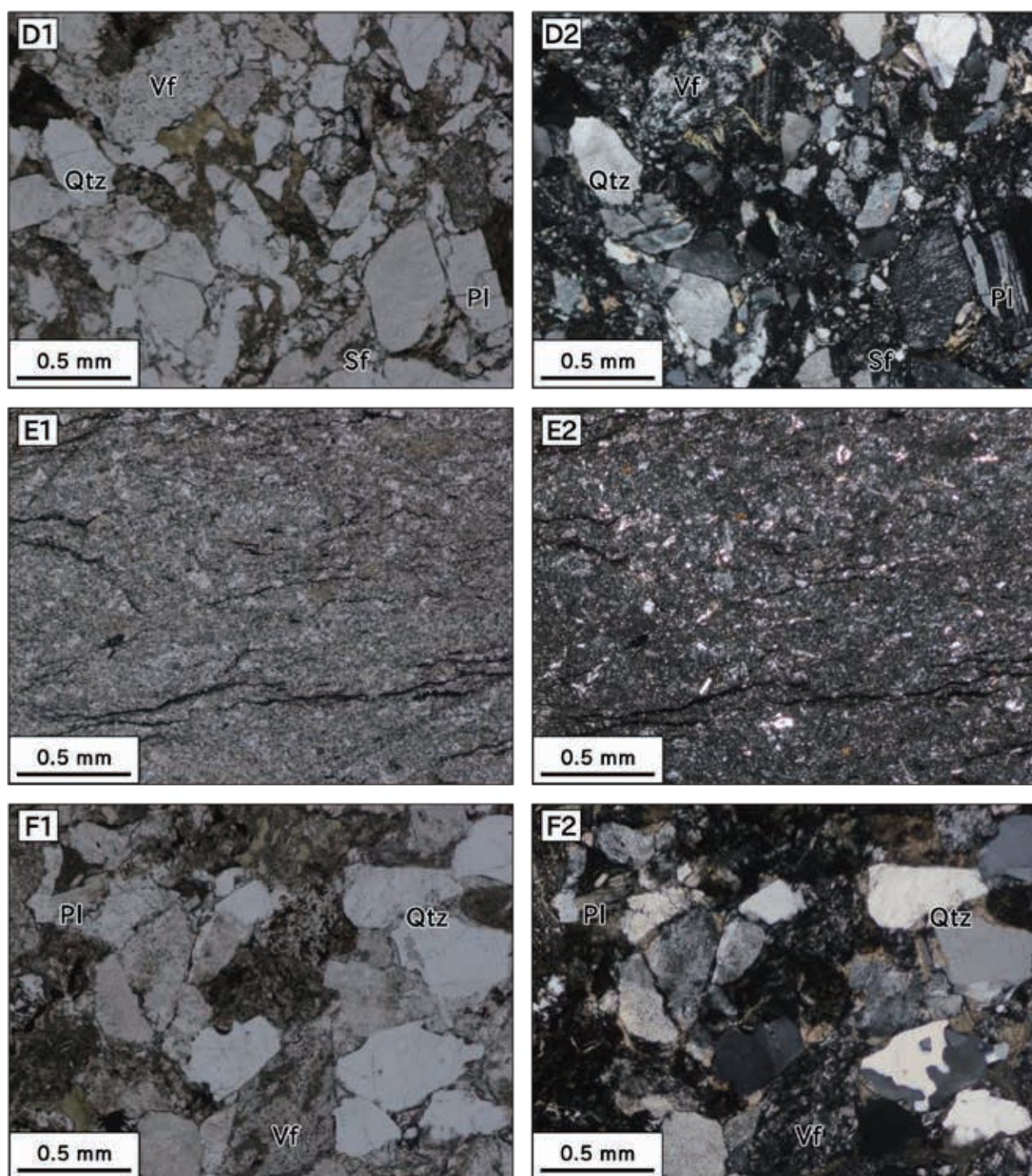


Fig. 7. continued.

殻状断口や葉理を示すものが見られる。W-05 では平行葉理が発達する。

浦川左岸に露出するヨシナ沢層の 岩相的特徴

ここまで、浦川の左岸に露出する来馬層群ヨシナ沢層を 15 の岩相ユニット (E-01 ~ 09, W-01 ~ 06) に区分して記載し、構成する岩相の特徴について

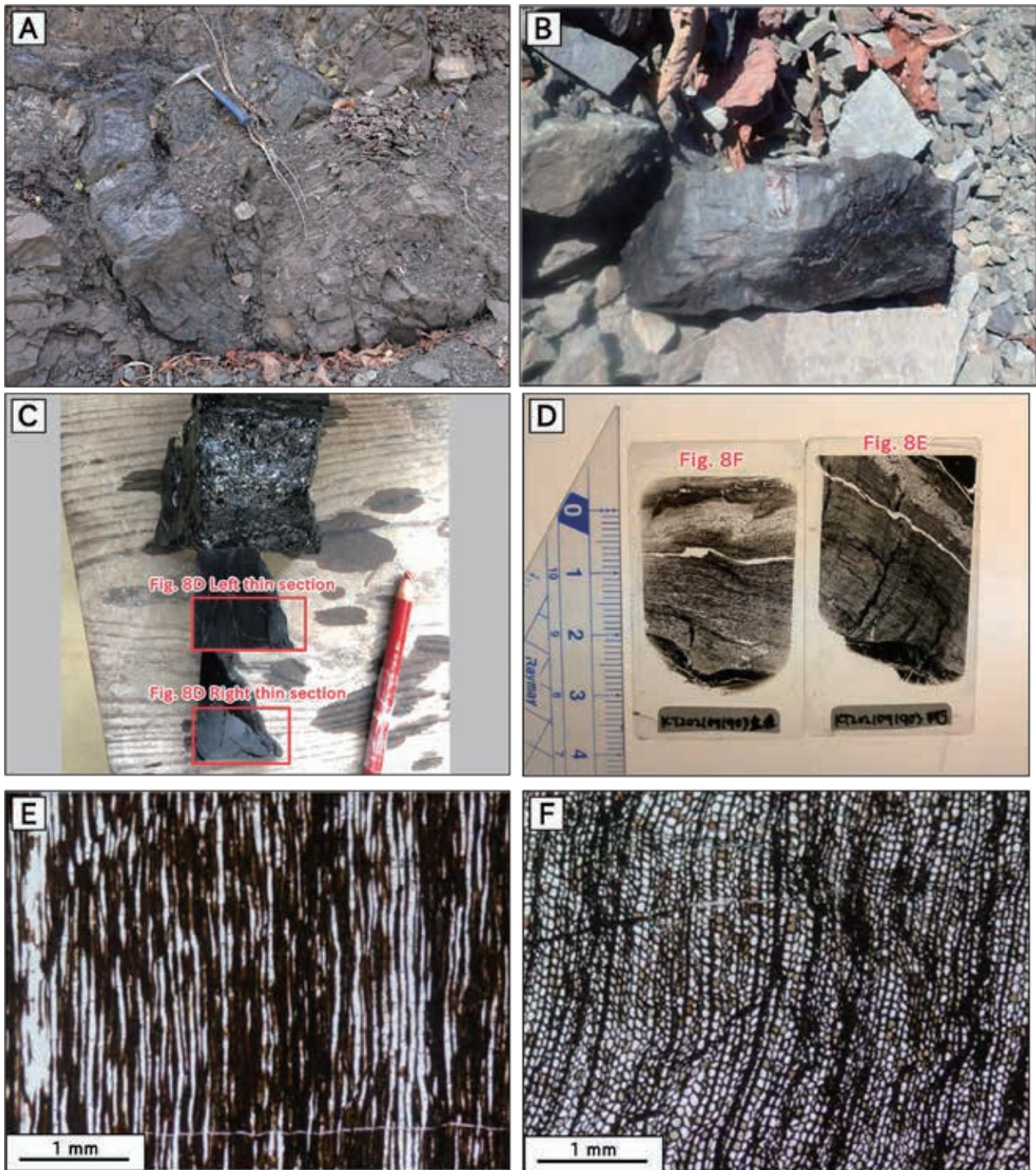


Fig. 8. Photographs of silicified wood trunk fossil from unit E-05 (sample KT2021091903). A: Mode of occurrence of wood trunk fossil. B: Large fragment taken from outcrop. C: Pieces for making thin sections. D: Thin sections. E: Photomicrographs of vertical to the annual rings of the silicified wood. F: Photomicrographs of parallel to the annual rings of the silicified wood. Sample horizon is indicated in Fig. 4.

て記述してきた。ここでは、全体をとおして見られるヨシナ層の岩相的特徴について指摘する。

最も卓越する岩相は砂岩泥岩互層である。砂岩泥

岩互層をなす砂岩は中粒から細粒で、凝灰質であることが多い。砂岩泥岩互層の泥岩は暗灰色ないし黒色を示す。砂岩泥岩互層の次に多い岩相は、層厚 1

～10 m 程度の一部に礫岩を伴う粗粒砂岩である。砂岩には凝灰質なものとは凝灰質なものがある。礫を伴う粗粒砂岩は一般に非凝灰質である。大局的には、砂岩泥岩互層と厚層の粗粒砂岩層が繰り返して出現する岩相がヨシナ層の特徴といえる。

凝灰質な碎屑岩は、シルトサイズから粗粒砂サイズのものまで、多様な粒度からなる。シルトサイズの火山灰からなる岩石はガラス質で割れ口が貝殻状断口を示す。このタイプの細粒凝灰岩の場合は泥岩との区別が容易である。砂岩の場合は、凝灰質な碎屑物と非凝灰質な碎屑物が様々な割合で混合している。凝灰質な碎屑物の割合が多い場合には鋭利な割れ口をもつ傾向がある。火山豆石が砂岩に含まれる場合がある (W-02)。

厚い粗粒砂岩の下底にはツールマークなどの堆積構造が見られ (E-05, Fig. 5C, D), それらの堆積構造は地層が東上位であることを示している。地層内の堆積構造としては級化構造や葉理が認められる。級化構造には正級化と逆級化の両方が観察される。

碎屑物の粒度と産出化石には関連がある。厚い砂岩には、材化石が含まれる (E-02, E-08)。泥岩には植物片が普通に含まれる。しばしば同定可能な保存状態の葉の化石も見られる。

珪化した樹幹化石

樹幹化石は砂岩泥岩互層からなるユニット E-05 に含まれている。樹幹化石の長軸は水平に近く層理面にはほぼ直交している。この姿勢から判断して立木である可能性が高い。採取した試料の一部から作成した標本から研磨片および薄片を作成した (Fig. 8)。それらの観察から、樹幹化石が珪化した裸子植物であることは確認できた (松岡ほか, 2023)。詳細な分類学的な検討は今後の課題としたい。化石本体の一部は露頭から掘り起こし、その多くはフォッサマグナミュージアムに標本として保管されている。

おわりに

本報告では、小谷村の浦川に沿って露出する来馬層群ヨシナ沢層について詳細な岩相柱状図を作成し、岩相および層序の記載を行った。また、地層中に含まれる樹幹化石の産出層準を示した。本報告で示したように、地層は東上位であり、先行研究 (白石, 1992; 中野ほか, 2002) により示された層序とは逆になっている。露頭に含まれている樹幹化石の検討を進め、これらが直立していることが確認できれば、来馬地域の来馬層群の形成環境の解明に役立つと考えられる。

なお、本調査地域は砂防工事が進められており、2023 年 9 月時点でセクション W の露頭には金網がかけられた。その部分では詳細な露頭観察が困難な状態である。

謝辞

本研究は小谷村からの受託研究で行われた。小谷村教育委員会の澁谷祥充氏、丸山 亮氏、荻澤岳彦氏には、現地での調査に際しさまざまな便宜を図っていただいた。福井県立恐竜博物館の寺田和雄博士からは、樹幹化石について多くの助言を賜った。糸魚川市のエマ・ロングホーン氏には調査にご同行いただいた。糸魚川市教育委員会には、調査時の宿泊施設として青海中学校セミナーハウスを利用させていただいた。糸魚川フォッサマグナミュージアムの竹之内 耕館長には本稿を査読していただき、内容が大幅に改善された。ここに記して感謝申し上げます。

文献

- 東田和弘・竹内 誠・小嶋 智, 2004, 飛騨外縁帯の再定義. 地質学雑誌, **110**, 640–658.
- 中生代植物研究会, 2017, 日本産ジュラ紀の植物化石図鑑—来馬型植物群—. 中生代植物研究会, 124p.
- 茨木洋介・坂田凌輔・箱岩寛晶・鹿澤優祐・伊藤 剛・酒井佑輔・李 鑫・小松昭美・北川祐介・松岡 篤,

- 2017, 新潟県糸魚川地域の小滝川流域の来馬層群から産出したジュラ紀汽水生二枚貝化石. 糸魚川市博物館研究報告, no. 4, 49–58.
- 小林貞一・小西健二・佐藤 正・速水 格・徳山 明, 1957, 来馬層群 (ジュラ系下部). 地質学雑誌, **63**, 182–194.
- 畠山幸司, 1995, 長野県小谷村に分布するジュラ系下部来馬層群の恐竜足印化石 (予報)–. 長野市立博物館紀要, **3**, 1–9.
- Ito, T., Kawajiri, T. and Matsuoka, A., 2023, Permian Radiolarians and Spicules from Conglomerate of the Lower Jurassic Kuruma Group in Itoigawa, Niigata Prefecture, Central Japan. *Paleontological Research*, **27**, 359–374.
- 前田四郎, 1959, 来馬層群に直立樹幹の発見とその堆積学上にもつ意義. 千葉大学文理学部紀要, **3**, 71–73.
- Matsukawa, M., Shibata, K., Kukihara, R., Koarai, K. and Lockley, M.G., 2005, Review of Japanese dinosaur track localities: Implications for ichnotaxonomy, paleogeography, and stratigraphic correlation. *Ichnos*, **12**, 201–222.
- 松岡 篤・川尻啄真・高橋啓太・志津田育正・漆山 凌・松本 健・茨木洋介・寺田和雄, 2023, 長野県小谷村浦川流域のジュラ系下部統来馬層群の堆積環境と樹幹化石の産出. 日本古生物学会 172 回例会予稿集, 31.
- Nakada, K., Goto, M., Meister, C. and Matsuoka, A., 2021, The late Pliensbachian (Early Jurassic) ammonoid *Amaltheus* in Japan: systematics and biostratigraphic and paleobiogeographic significance. *Journal of Paleontology*, **95**, 1004–1021.
- 中野 俊・竹内 誠・吉川敏之・長森英明・荻谷愛彦・奥村晃史・田口雄作, 2002, 白馬岳地域の地質, 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, 105p.
- 小谷村恐竜化石学術調査団, 2000, 恐竜足跡化石調査報告書. 小谷村教育委員会, 41p.
- 酒井佑輔・伊藤 剛・茨木洋介・吉野恒平・石田直人・梅津 暢・中田健太郎・松本明日香・日野原達哉・松本 健・松岡 篤, 2012, 新潟県糸魚川地域の境川右岸の手取層群水上谷層の岩相と層序. 糸魚川市博物館研究報告, no. 3, 1–11.
- 白石秀一, 1992, 姫川中流域の飛騨外縁構造帯–特に, ジュラ系来馬層群について–. 地球科学, **46**, 1–20.
- 竹内 誠・常盤哲也・熊崎直樹・横田秀晴・山本鋼志, 2017, ジルコン U–Pb 年代からみた下部ジュラ系来馬層群の堆積年代. 地質学雑誌, **123**, 335–350.

要約

長野県小谷村を流れる浦川の左岸に露出する下部ジュラ系来馬層群ヨシナ沢層について詳細な柱状図を作成し記載を行った. 本セクションは泥岩, 砂岩, 凝灰岩を主体とし少量の礫岩から構成される. 泥岩および砂岩の多くは凝灰質である. 地層の走向は北西–南東ないし南–北で, 西に 40°–70° 傾斜する同斜構造を示す. ソールマークや斜交葉理といった堆積構造は, 地層が東上位であることを示しており, セクション全体が逆転している. 砂岩は材化石をしばしば含む. 泥岩には植物片や炭質物が含まれている. 珪化した長径 30 cm 以上ある裸子植物の樹幹化石が砂泥互層中に見られる. その長軸の方向が層理面とは直交する産状から, 立木状態の樹幹化石である可能性が高い.

キーワード: 来馬層群, ヨシナ沢層, 下部ジュラ系, 珪化木化石, 浦川, 小谷