

長野県佐久盆地千曲川河床の下部更新統大杭層産長鼻類足跡化石

長森英明¹・吉川博章²・畠山幸司³・寺尾真純⁴・田辺智隆⁵

Hideaki Nagamori, Hiroaki Yoshikawa, Koji Hatakeyama, Masumi Terao and Tomotaka Tanabe (2005) Proboscidean footprint fossils from the Lower Pleistocene Okui Formation on the river bed of Chikuma River, Saku Basin, Nagano Prefecture, Central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 56(3/4), p.127 - 135., 6 figs.

Abstract: Many proboscidean footprint fossils were found from the Lower Pleistocene Okui Formation in the Komoro Group at the Chikuma River in Tomi City, Nagano Prefecture. The stratigraphic horizon containing the trace fossils are situated about 2 meters above the Hakeyama Pumice Tuff (ca. 1.3 Ma). The trackmaker was most likely *Stegodon aurorae* (Matsumoto), based on the morphological characteristics of the footprints and proboscidean biostratigraphy of Japan.

The palaeoenvironment of the horizon containing the footprints is considered to be formed at flood plain based on sedimentary facies and associated plant and molluskan fossils.

Keywords: footprint fossil, Proboscidea, *Stegodon aurorae*, Nagano Prefecture, Tomi City, Komoro Group, Okui Formation, Early Pleistocene

要 旨

長野県東御市の千曲川河床に分布する下部更新統小諸層群大杭層より長鼻類の足跡化石を確認した。足跡化石の産出層準は、約 1.3 Ma のフィッシュン・トラック年代を持つ羽毛山軽石の約 2 m 上位である。印跡動物は、同層準から *Stegodon aurorae* (Matsumoto) の体化石が産出していることと、日本の長鼻類生層序から *Stegodon aurorae* と推定される。足跡化石を含む層準の堆積環境は、河川の氾濫原と推定される。

1. はじめに

1988 年に滋賀県甲賀郡甲西町の野洲川河床において、長鼻類及び偶蹄類の足跡化石が発見された（野洲川足跡化石調査団, 1995）。これを契機として足跡化石の認識が広まり、日本の新生界から大型哺乳類の足跡化石が続々と発見されてきている。そうした流れの中で、1989 年に長野県東御市（当時は北御牧村）布下の千曲川河床に分布する小諸層群大杭層上部から、筆者らは長鼻類の足跡化石を確認した（第 1 図）。その後、信州大学及び新潟大学の学生を中心とした有志を募り、



第1図 東御市布下地域の足跡化石産出地点。地形図は国土地理院発行の 1:25,000 「上田」を用いた。★：第 3 図の地質柱状図の位置、×：羽毛山軽石の露頭。

Fig. 1 Index map of the Nunoshita region, Tomi City with footprint fossils locality. (after the 1:25,000 scale topographical map of "Ueda" published by Geographical Survey Institute of Japan), ×: outcrop of Hakeyama pumice tuff.

¹地質情報研究部門(Institute of Geology and Geoinformation, GSJ, AIST, Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki, 305-8567, Japan.)

²豊橋市自然史博物館(Toyohashi Museum of Natural History, 1-238 Oana, Oiwa, Toyohashi City, Aichi, 441-3147, Japan.)

³長野市立博物館分館茶臼山自然史館(Chausuyama Museum of Natural History, 2696 Okada, Shinonoi, Nagano City, Nagano, 381-2225, Japan.)

⁴長野県野沢北高等学校(Nozawakita High School, 449-2 Nozawa, Saku City, Nagano, 385-0053, Japan.)

⁵長野市立博物館分館戸隠地質化石館(Togakushi Fossil Museum, 3400 Togakushi tochiyara, Nagano City, Nagano, 381-4104, Japan.)

1992年～1993年にかけて延べ日数19日、参加者14名、延べ人数95人による層序や足跡化石の分布などの調査を行った。本論では、この調査で明らかになったことを報告する。

2. 地質概説

長野県東部に位置する佐久盆地には、鮮新 - 下部更新統の小諸層群（飯島ほか、1956）が分布している。飯島（1962）の層序に従うと、小諸層群は下位より梨平層、大杭層、布引層、瓜生坂層に細分される。これらの地層を、中部更新統の火山岩類、段丘礫層、泥流堆積物などが被覆している。

大杭層は小諸市大杭付近を模式地とする（飯島、1962）。模式地付近では、礫岩、砂岩、泥岩、軽石質凝灰岩及び溶結凝灰岩等から構成される。東御市田中から小諸市布引観音に至る区間の千曲川河床には、シルト岩、砂岩、礫岩等より構成される大杭層上部が分布する。

本論の調査地域の東御市布下付近には大杭層上部層が分布する。その岩相は主に砂岩及び泥岩からなり、軽石質凝灰岩（羽毛山軽石：長森・北御牧村アケボノゾウ発掘調査団、1995）、スコリア質砂岩を挟む。

大杭層上部からは、長鼻類の *Stegodon aurorae* (Matsumoto) をはじめとして、淡水貝、昆虫、植物など多くのタクサの化石が産出する（古象団体研究会、1973；Hayashi, 1998a,b；北御牧村アケボノゾウ発掘調査団、2002など）。

小諸層群の年代値として次のような値が報告されている。大杭層下部の軽石凝灰岩(U-5)の K-Ar 年代として 2.34 ± 0.13 Ma（寺尾、2001）、大杭層上部の羽毛山軽石のフィッシュン・トラック年代として 1.3 ± 0.3 Ma（北御牧村アケボノゾウ発掘調査団、2002）、大杭層上部の池の芝軽石層のフィッシュン・トラック年代として 1.15 ± 0.13 Ma（宮下ほか、1984）、布引層の K-Ar 年代として 1.21 ± 0.09 Ma, 1.4 ± 0.3 Ma（寺尾、2001）、布引観音層（布引層に相当）の K-Ar 年代として 1.4 ± 0.6 Ma（山岸・小坂、1991）などの値が報告されている。これらのことから、大杭層上部の堆積年代は前期更新世と考えられる。

3. 足跡化石の産地及び産出層準

足跡化石は、東御市布下の千曲川左岸の河床に露出する大杭層上部より確認された。足跡化石が確認された露頭は、浸食によって水平に近い面でテラス状となり、千曲川に沿って東西方向に細長く露出する（第2図）。足跡化石の産出層準は羽毛山軽石の約2 m 上位の黒色スコリア質砂岩層である。布下地域の大杭層上部



第2図 足跡化石を産出する大杭層上部の露頭とグリッド。
Fig. 2 Outcrop of the upper Okui Formation containing footprint fossils and grid.

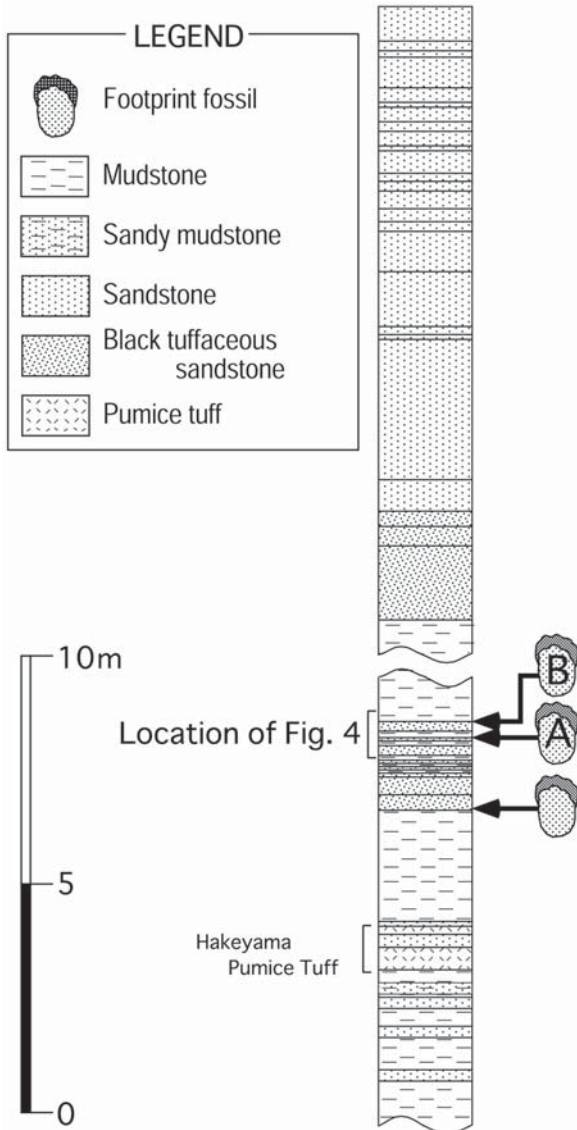
は西に約10度傾斜し、下流側に上位の地層が分布する。足跡化石は3層準において確認された（第3図）。

4. 足跡化石産出層の堆積相

足跡化石が産出した露頭の岩相は、主に紫灰色シルト岩と黒色スコリア質の細 - 粗粒砂岩からなる（第4図）。調査露頭の地層を下位より、I層、II層、III層、IV層、V層、VI層、VII層とする。

I層は細礫混じりの黒色凝灰質細 - 中粒砂岩と紫灰色シルト岩からなる。砂岩層は数cmから約20 cmの厚さを示し、逆級化構造を示す。内部に平行葉理やフォアセット葉理、カレントリップル斜交葉理を示すことがある。砂岩層の下底は明瞭で、下位層の削りこみはほとんどない。シルト岩層はいずれも厚さが数mmから数cm程度である。

IIとVII層は植物片が多く有機質な紫灰色 - 明褐色シルト岩からなる。不明瞭な葉理が認められる部分もあるが、全体に生物擾乱が発達し、塊状を呈する。しばしば直立した自生の産状を示す草本の茎や根の化石が



第3図 東御市布下地域における大杭層上部の地質柱状図。柱状図の作成位置は第1図参照。

Fig. 3 Columnar section of the Upper Okui Formation on Nunoshita region, Tomi City. Refer to the Fig.1 for location.

認められる。その平面的な分布には偏りがある。これらの植物化石にはしばしば黄鉄鉱が沈着して直径5 mm程度の高師小僧様の形態を示す。

Ⅲ層は、淘汰の悪い暗灰色細 - 中粒砂岩層で、スコリアや火山岩片を含む。直立した自生の産状を示す草本の茎や根の化石が認められる。シルト岩の薄層を挟在する。各砂岩層の下底は明瞭だが、堆積時の地表面地形に由来すると推定される凹凸と軽微な浸食により、複雑な凹凸面となっている。

V層は中礫混じりの黒色粗 - 極粗粒凝灰質砂岩からなり、直立した自生の産状を示す草本の茎や根の化石が多産するシルト質砂岩層を挟在する。層厚の側方へ

の変化が大きく、レンズ状の分布形態を示す。下位の地層を軽微に浸食しており、トラフ型斜交層理が発達する。砂質部分は淘汰がよく、スコリア、軽石、火山岩片などを多く含み、凝灰質である。

Ⅶ層は紫灰色シルト岩からなる。下部には直立した自生の産状を示す草本の茎や根の化石が多数認められるが、上部ではほとんど認められない。

Ⅷ層は有律平行葉理の発達する明灰色シルト岩からなる。葉などの植物化石を多く産出するが、自生の産状は全く認められない。*Anodonta woodiana* (ドブガイ) などの淡水棲二枚貝がまれに認められる。二枚貝の産状は、棲息姿勢は保持していないものの、合弁で保存状態がよい。

5. 足跡化石

5.1 調査方法

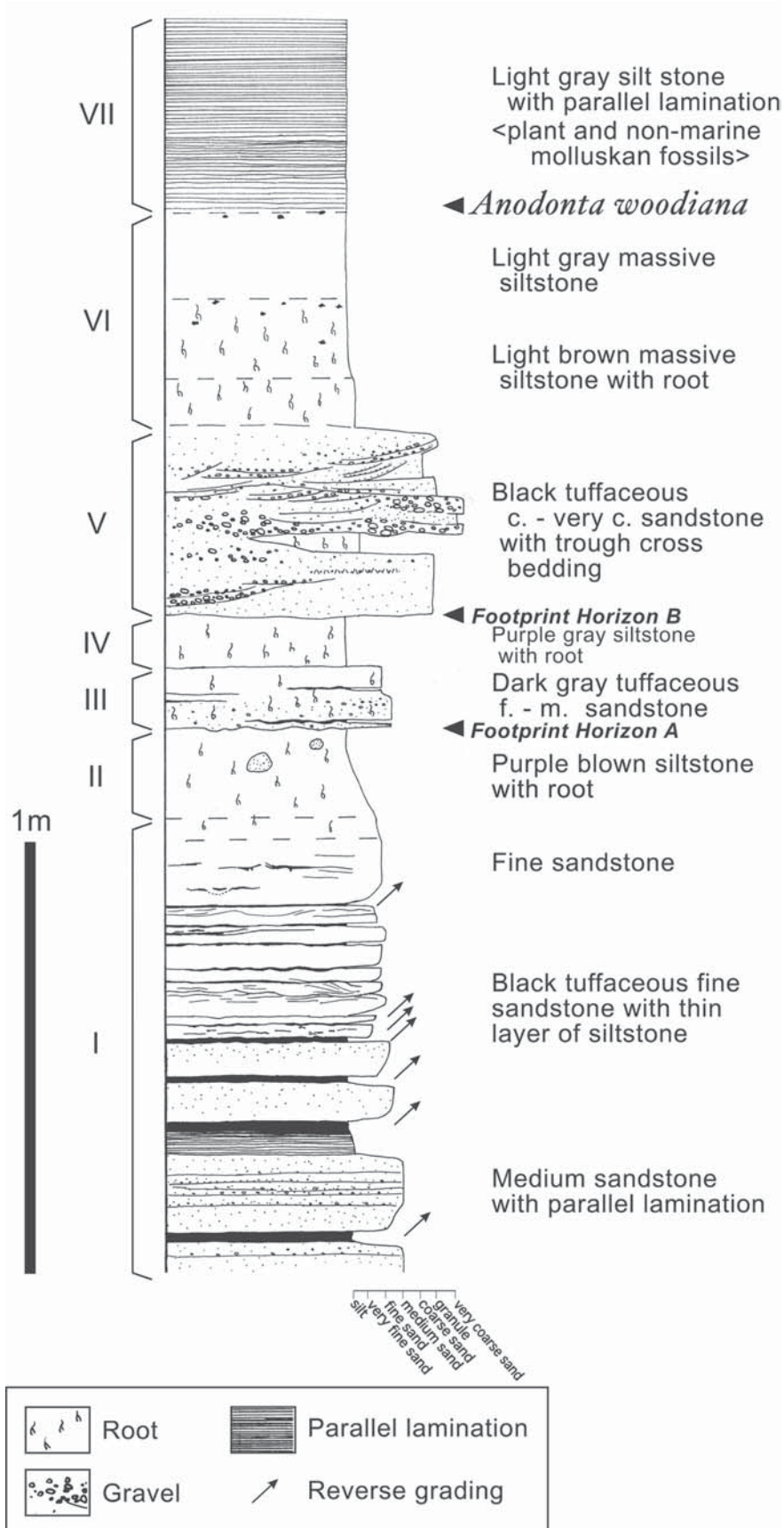
布下地域に分布する大杭層上部から、足跡化石が3層準で確認された(第3図)。3層準のうち足跡化石とみられる凹構造が平面的に露出する上位2層準について調査を行った。調査対象は足跡化石の踏み込み面を下位よりA面、B面とする(第3図、第4図)。特に凹みが集積して平面的に露出している地点を選んで露頭の伸張方向に沿って2 m × 2 mのグリッドを設定し(第2図)、20分の1の縮尺で平面図を作成した(第5図)。通常足跡化石を調べるには、踏み込み面の上位の地層を取り除き、足跡化石を平面的に追跡することが重要である。しかしながら、地層間の剥離性が悪いことと調査の規模が小さいことから、それらの作業は一部だけ行い、足跡化石の分布については踏み込み面を出さずに調査時における浸食面の記載にとどめた。指印の確認される足跡については、長軸と指印の位置から判断した前側の方向を第5図に示した。足跡の踏み込み面を確認するために足跡化石を長軸の方向に切断し、断面の観察及びスケッチを行った(第6図)。また、足跡化石の形成された堆積環境を検討するために、10分の1の精度で堆積柱状図を作成した(第4図)。

5.2 足跡化石の記載

足跡化石の記載用語は、野尻湖発掘調査団足跡古環境班(1992)に従う。

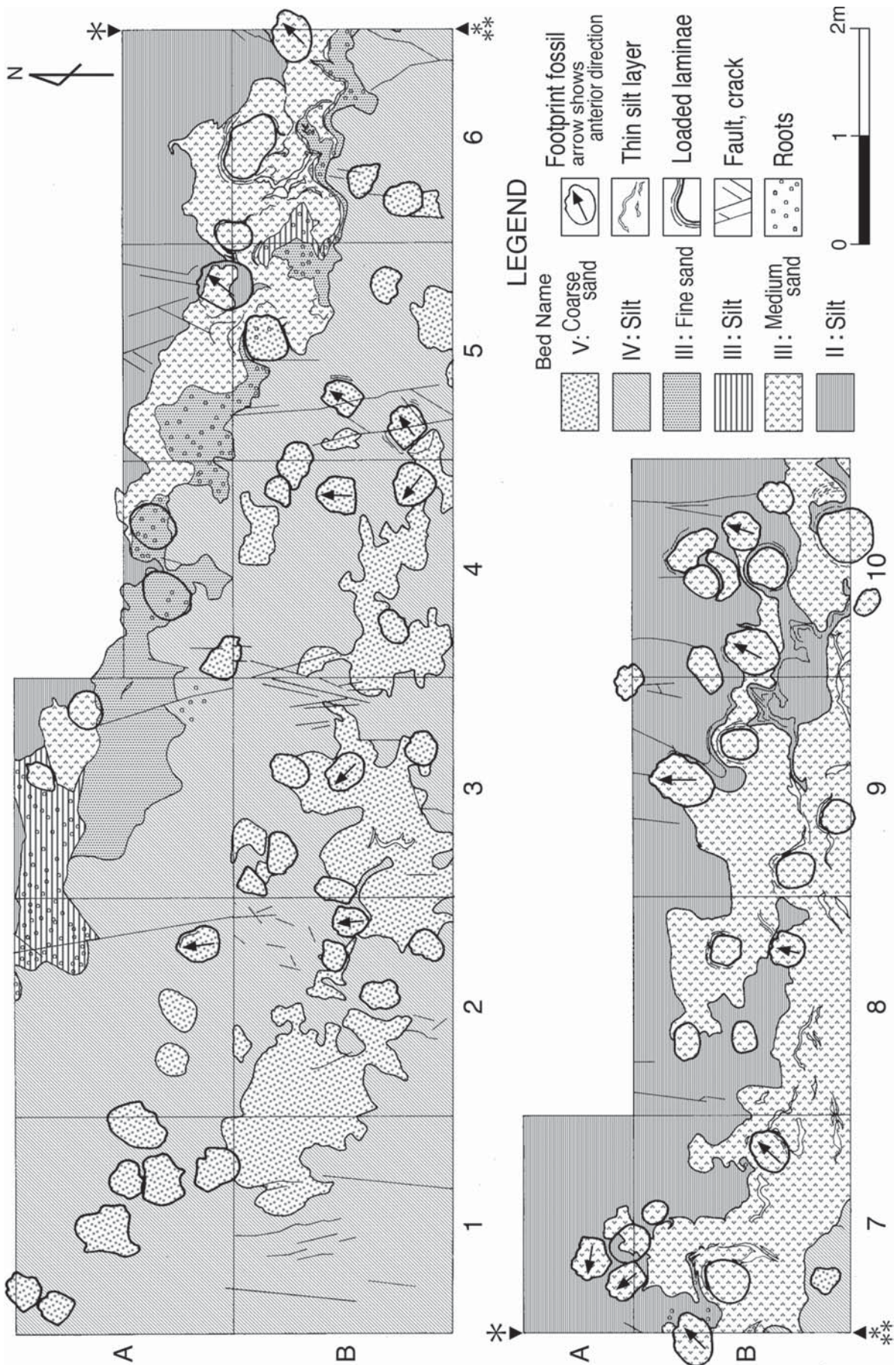
調査範囲内で60個の足跡化石を確認し、そのうち16の足跡化石に指印が認められた(第5図)。

A面の足跡化石はⅡ層の紫灰色シルトの上面を踏み込み面とし、Ⅲ層の暗灰色細 - 中粒砂に埋積される。B面の足跡化石はⅣ層の自生の産状を示す草本の茎や根の化石が発達するシルトの上面を踏み込み面とし、V層の黒色のスコリア及び火山礫からなる凝灰質粗粒砂により埋積される。



第4図 足跡化石産出地点の堆積柱状図.

Fig. 4 Sedimentary column of footprint fossils production locality.



第5図 足跡化石分布図.

Fig. 5 A distribution map of footprint fossils.

それぞれの面に残された足跡化石は、その凹みを埋積する堆積物の違いで判別することができる。しかしながら、浸食によって凹みを埋積する堆積物が残されていない場合は、A面に存在する凹みがA面のナチュラルプリントなのか、B面の足跡のアンダープリントなのか判別できない場合がある。一方、B面に踏み込まれた足跡については、IV層を荷重変形させていることやそれより上位層準に足跡化石がないことから間違えることなく判別できる。

B面の足跡化石は、踏み込みが深いため、IV層のシルトを突き抜け更に下のIII層の細粒砂岩層に達している場合がある。その場合、踏み抜かれたシルトが複雑な形態を成し、下位のIII層の砂岩と混在している。

足印口の形態は円形から楕円形である。明らかにアンダープリントであるものやポットホール化したものを除外すると、足印口の大きさは直径30～40 cmである。浸食が進んだ足跡化石では水平断面を観察することができるが、足印壁の外側には荷重によって地層が変形したことを示す同心円状の葉理が認められる。指印が保存されている足跡化石もあるが、多くの足跡では不明瞭である。

B面の足跡化石の一つ(C14グリッド内：第5図の範囲外)を長軸方向で切断し、その断面を観察した。写真及びスケッチを第6図に示す。三角印で示した層理面よりも下位の層は葉理が下に凹に変形していることから、この面が踏み込み面と判断される。したがって、紫灰色シルトの上の細粒砂岩の薄層上面が、踏み込み面となる。この凹みを、黒色凝灰質粗粒砂(V層)が埋積している。踏み込みの深さは最深部で11 cmである。

第6図の足跡断面は長軸方向(N29°E - S29°W)に切断した断面であるため、南ないし北のどちらかが前側となる。踏み込み面の形状を見ると、南側(図の右側)は深くて垂直な足印壁があり、北側(図の左側)は浅くて足印壁が緩傾斜となっている。南側の構造は、足を上げる際につま先が支持基質を後ろに蹴って形成される離脱痕と考えられる。このことから、この足跡を残した行跡の進行方向は相対的に南側の方向であったといえる。

四脚歩行の動物では、前後の足跡が重なる可能性がある。しかしながら、本調査では足跡を埋積した堆積物を取り除く作業を行わなかったため、明らかに前後が重なりと判断できた足跡は認められなかった。A-1、A-2グリッドなどでは、B面の上面が周囲に比べて低く凹んでおり、複数の足跡が多重している可能性がある。これらの詳細を検討するためには、足跡の凹みを埋積した堆積物を取り除く精密な調査を行う必要がある。

6. 考察

6.1 足跡を残した印跡動物について

足印口の大きさが30～40 cmと大型であることや、足印口の形が楕円形ないし円形であること、短い指印を伴うこと、日本の前期更新世において認められている大型動物を考慮すると、印跡動物としては長鼻類が推測される。長鼻類の足の構造は半指行性ないしは半蹠行性であり、足の裏方向からみた形状は、前足が円形で、後足が楕円形である(亀井, 1991)。足跡化石が産出した大杭層からは、東御市の布下地域及び羽毛山地域より *Stegodon aurorae* (Matsumoto) の体化石が報告されている(飯島ほか, 1963; 小泉・宮坂, 1997; 小泉ほか, 1998; 北御牧村アケボノゾウ発掘調査団, 2002)。これらはいずれも羽毛山軽石に近い層準からの産出であり、印跡動物は *Stegodon aurorae* であった可能性が極めて高い。また、樽野・亀井(1993)は近畿・東海地方の鮮新・更新世の長鼻類に基づく分帯を下位より、*Stegodon shinshuensis* 帯、*Stegodon aurorae* 帯、*Mammuthus shigensis* 帯、*Stegodon orientalis* 帯、*Palaeoloxodon naumanni* 帯とした。この帯区分は、更に樽野(1999)によって広域テフラ層序を基準としてより精度の高い年代軸を与えられた。大杭層上部の足跡化石産出層準の約130万年前(羽毛山軽石の年代値)は樽野(1999)の帯区分に当てはめると *Stegodon aurorae* 帯であり、印跡動物の推定根拠の妥当性が高まる。

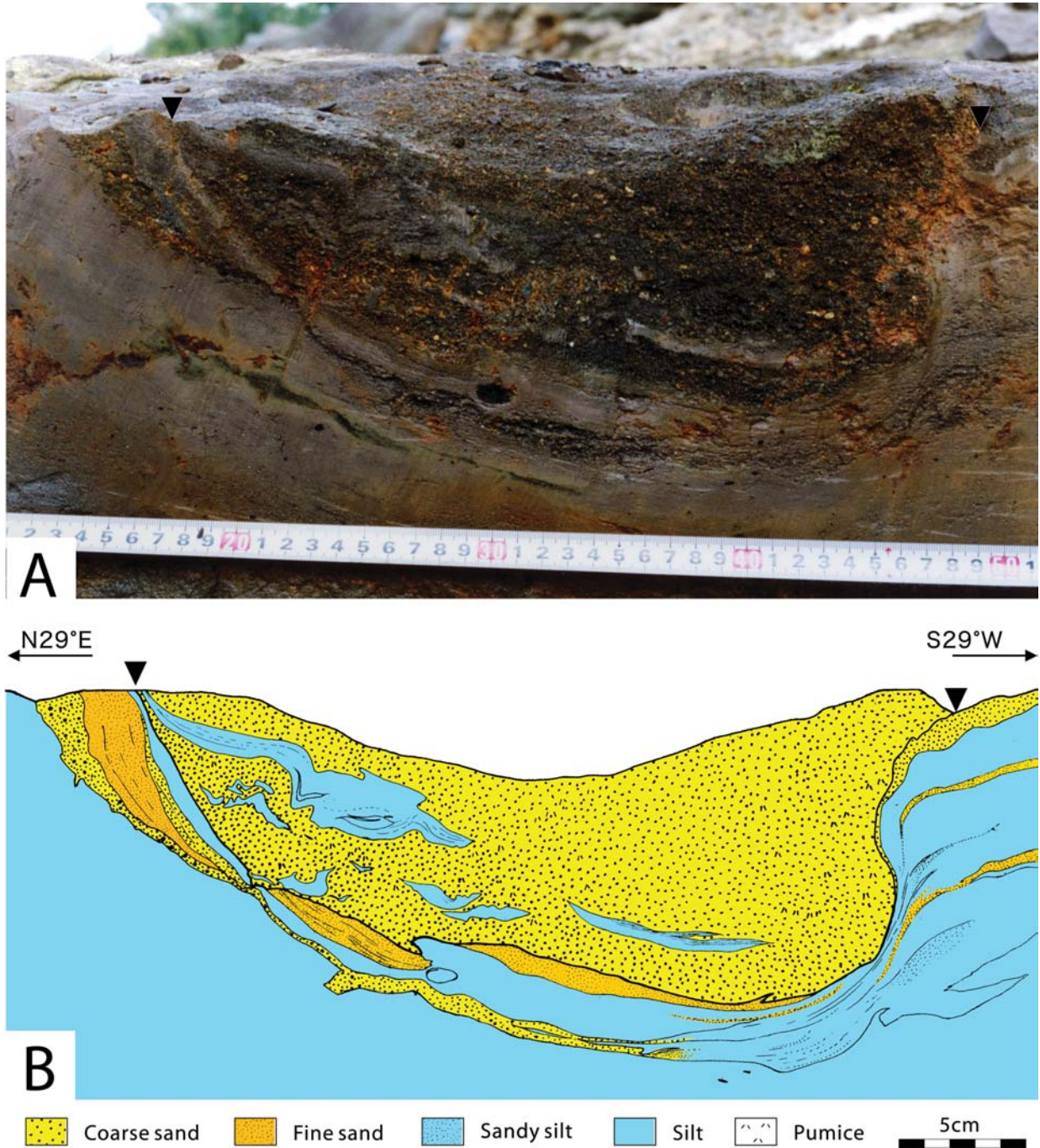
なお、布下の本調査地域より約4 km下流の東御市羽毛山地域にも布下と同層準の大杭層が分布し、長鼻類の足跡化石が報告されている(長森・北御牧村アケボノゾウ発掘調査団, 1995)。

Stegodon aurorae の足跡化石は、古琵琶湖層群(野洲川足跡化石調査団, 1995)、大阪層群(富田林市石川化石発掘調査団, 1994)、仏子層(入間川足跡化石発掘調査団, 1993)などの地層から報告されている。これらの足跡化石の大きさは、大杭層のものとおおむね調和的である。

長鼻類の足跡化石は、生活圏の重なる偶蹄類などの足跡と一緒に産出する例が多い(野尻湖発掘調査団足跡古環境班, 1992; 富田林市石川化石発掘調査団, 1994; 野洲川足跡化石調査団, 1995)。一方、布下地域における今回の調査においては偶蹄類のものとして同定される足跡化石は認められなかった。しかしながら、東御市滋野の大杭層上部、佐久市相浜の瓜生坂層(=相浜層)からシカ類の角の化石が産出している(木崎, 1955, 大島, 1988; 寺尾, 2003)ことより、今後の発見が期待される。

6.2 行跡について

長鼻類の足は外反しているため、足跡の長軸方向と



第6図 足跡化石断面写真及びスケッチ。A：足跡化石断面。B：足跡化石断面スケッチ。▼：足印口。

Fig. 6 A: Cross section of the footprint fossil. B: Schematic cross section showing the lithofacies of the footprint. ▼: footprint opening.

進行方向は完全に一致しない。しかしながら、指印の位置を確認することによって行跡を追跡するための、ある程度の指標となる。そこで、個々の足跡化石の指印と長軸から求めた進行方向をもとに、行跡の追跡を試みた。

足跡の指印の位置から推定される行跡は南北に近い方向が卓越する。しかし、方向が推定される足跡を検討したものの、行跡として確実に認定できる足印群は

認められなかった。

足跡の推定行跡の方向は、露頭の伸張方向（東西方向）と直交ないしそれに近い角度で斜交して露頭の最短方向となるため、行跡の追跡を困難にしていると考えられる。なお、推定行跡と重なる露出幅は最大4m程度であり、行跡として追跡できる可能性は2~3個の足印にすぎない。

大杭層からは *Stegodon aurorae* が多産し、しばしば

1個体がまとまって産出する（北御牧村アケボノゾウ発掘調査団, 2002）。それらの個体群から体格やロコモーションなどの生態を復元する際に、行動の一部の情報が残された足跡の行跡を確認することは今後重要な課題となる。

6.3 堆積環境及び古環境

足跡化石は動物の生活面に残されるため、印跡動物の生活圏を検討する上で重要である。そのため動物が行動して足跡を残した古環境を復元することが必要となる。ここでは、堆積相と産出化石を検討し、古環境を推定する。

I層は洪水堆積物の特徴とされる逆級化構造を示すことが多く、内部に平行葉理や斜交葉理が見られる。このような層相から、I層は洪水氾濫による自然堤防の堆積物と考えられる。

II層、IV層、VI層は、有機物に富む塊状なシルト岩を主とし、直立した自生の産状を示す草本の茎や根の化石が多く生物擾乱が発達することから、草本類が繁茂する河川の後背湿地の堆積物であると考えられる。

III層及びV層は、泥粒子をほとんど含まない礫混じり砂岩層であること、下位層の浸食が軽微なこと、層厚が40 cm程度でレンズ状の分布を示すこと、挟在されるシルト層に自生の産状を示す草本の茎や根の化石が認められることから、氾濫原に堆積した堤防決壊堆積物と考えられる。

VII層は有律な平行葉理が発達するシルト岩からなり、植物化石を多産し、現地性の産状を示す植物化石が認められないことなどから、流れの少ない湖沼などの止水域における堆積物と推定される。

これまでに大杭層上部からは環境を指標する化石が報告されている。Hayashi (1998b) は東御市布下において、本報告の足跡化石産出層準と羽毛山軽石の間の層準より水生甲虫の *Agabus optatus?*, *Plateumaris constricticollis* の化石の産出を報告している。また、Hayashi (1998a) は、東御市羽毛山地域から産出した18種の地表性甲虫化石の種構成から、止水域を伴うヨシの生えている低層湿原の存在を推定している。布下地域には羽毛山地域と同層準が分布しており、布下にも甲虫化石を伴う泥炭質泥岩が存在することから、同様の環境が存在したことが予想される。植物化石は、*Acer pictum*, *Buxus japonica*, *Carpinus japonica*, *C. tschonoskii*, *Euryale akashiensis*, *Fagus ferruginea*, *Liquidambar formosana*, *Metasequoia japonica*, *M. disticha*, *Populus* sp. の産出が知られる（木崎, 1955; 飯島ほか, 1956）。これらのうち、*Metasequoia* は河川の氾濫原に育成するとされ（百原, 1994）、*Euryale* は水生植物である。これらの化石から推定される古環境は、堆積相からみた堆積環境と一致

する。

本地域に存在した古水系は、本間 (1931) によって推定されている。本間 (1931) は、千曲川の上田市から上流域の水系が浅間火山噴出前の低地を通して古東京湾に注いでいたと推定している。寺尾 (2003) による大杭層の礫径及び古流向の検討によって推定された西から東への流系は、本間 (1931) の唱えた水系の存在を支持する。本間 (1931) の推定した水系の下流域にあたる東方には、関東平野西縁に位置する入間市付近に大杭層とほぼ同時代の仏子層が分布している。仏子層からも大杭層上部と同様に *Stegodon aurorae* の体化石及び足跡化石が産出している（入間川足跡化石発掘調査団編, 1995）。これらの事実は、当時の古地理及びアケボノゾウの生活圏を検討する上で重要である。

6.4 足跡化石の形成条件

足跡化石が確認された層準はII層とIV層の上面であり、支持基質であるシルト層は前述のように後背湿地の堆積物と推定される。第6図の足跡化石の断面において、基質への踏み込み量が多いことや、踏み込みに伴う地層の流動から、B面の足跡形成時には支持基質の紫灰色シルト (IV層) は未固結であったと考えられる。未固結な泥に足を深く踏み入れた場合、足を抜くときに支持基質から足が抜けにくくなることで発生する負圧によって足印の初生的な形態が破壊されることが多い（川辺, 1990など）。しかしながら、第6図の断面の場合は、足印壁及び足印底が綺麗に保存されている。これは、紫灰色シルト直上の細粒砂の薄層が離型材の役割を果たしたためと推定される。

謝辞: 京都大学名誉教授の亀井節夫博士、元多賀町立博物館の故大島 浩氏、兵庫県立人と自然の博物館の三枝春生博士の各氏には現地において議論していただいた。ホシザキグリーン財団の林 成多博士には、昆虫化石についてご教示いただいた。北御牧村教育委員会（現東御市）には、宿泊施設の提供をしていただいた。以上の方々にお礼申し上げます。

発掘調査参加者リスト（五十音順、敬称略）

阿部勇治、嵐 路博、一島啓人、岸上正裕、新海正博、田辺智隆、寺尾真純、長森英明、島山幸司、福井真珠、細田年晃、宮脇 誠、矢部英生、吉川博章

文 献

Hayashi, M. (1998a) Early Pleistocene Ground Beetles (Coleoptera : Carabidae) from the Ookui Formation in Nagano Prefecture, Central Japan, and their Biogeographical and Paleoenvironmental

- Significance. *Quaternary Research*, **37**, 117-129.
- Hayashi, M. (1998b) Early Pleistocene aquatic beetles from the Ookui Formation in Kitamimaki-mura, Nagano Prefecture, Japan. *Bull., Mizunami Fossil.*, no.25, 103-115.
- 本間不二男 (1931) 信濃中部地質誌. 古今書院, 東京, 331p.
- 飯島南海夫 (1962) フォッサ・マグナ北東部の火山層序学的並びに岩石学的研究 (その1) 火山層序学的研究. 信州大学教育学部紀要, no. 12, 86-133.
- 飯島南海夫・石和一夫・甲田三男・田口今朝男 (1956) いわゆる“塩川層”の地質. 地質雑, **62**, 622-635.
- 飯島南海夫・甲田三男・石和一夫 (1963) 第三紀層 (鮮新統). 上田小県誌, 4, 自然編, 上田小県教育会, 131-148.
- 入間川足跡化石発掘調査団 (1993) 入間川足跡化石調査報告書. 入間市, 151p.
- 入間川足跡化石発掘調査団編 (1995) 入間昔むかしアケボノゾウの足跡. 入間博物館, 102p.
- 亀井節夫編著 (1991) 日本の長鼻類化石. 築地書館, 東京, 273p.
- 川辺孝幸 (1990) 足跡化石の堆積学—環境指示化石としての足跡化石とその識別—. 地団研第44回総会シンポジウム要旨集, 112-117.
- 北御牧村アケボノゾウ発掘調査団 (2002) 長野県北御牧村でのアケボノゾウ *Stegodon aurorae* (Matsumoto) の特異な産出. 地球科学, **56**, 197-202.
- 木崎喜雄 (1955) 御牧ヶ原の地質. 北佐久郡誌, 北佐久郡誌編纂会, 67-106.
- 小泉明裕・宮坂 晃 (1997) 長野県東部の鮮新—更新統, 大杭層産出アケボノゾウ白歯片化石. 飯田市美術博物館研究紀要, no. 7, 111-116.
- 小泉明裕・畠山幸司・田辺智隆・寺尾真純・大島 浩・長森英明・北御牧村アケボノゾウ発掘調査団 (1998) 長野県北御牧村の下部更新統産, アケボノゾウ *Stegodon aurorae* 第2個体の産出. 日本古生物学会第1998年年回例会講演予稿集, 62.
- 古象団体研究会 (1973) 長野県小県郡丸子町産の *Stegodon aurorae*. 信州大理紀要, no. 8, 65-79.
- 宮下和久・臼田由美子・中西 孝・飯島南海夫 (1984) フィッシュントラック法による小諸層群の年代測定. 放射線, no. 11, 54-59.
- 百原 新 (1994) メタセコイア属の古生態と古生物地理. 化石, no. 57, 24-30.
- 長森英明・北御牧村アケボノゾウ発掘調査団 (1995) 長野県北御牧村の大杭層より産出した長鼻類足跡化石. 日本地質学会第102年学術大会講演要旨, 153.
- 野尻湖発掘調査団足跡古環境班 (1992) 上部更新統の野尻湖層で発見されたナウマンゾウの足跡化石. 地球科学, **46**, 385-404.
- 大島 浩 (1988) ハヶ岳周辺地域の哺乳類化石. 地団研専報, no. 34, 205-210.
- 樽野博幸 (1999) 日本列島の鮮新統および中・下部更新統産長鼻類化石の産出層準. 地球科学, **53**, 258-264.
- 樽野博幸・亀井節夫 (1993) 近畿地方の鮮新・更新統の脊椎動物化石. 大阪層群, 創元社, 大阪, 216-231.
- 寺尾真純 (2001) 小諸陥没盆地の形成史と火山活動. 第四紀, **33**, 21-33.
- 寺尾真純 (2003) 小諸層群の地質の概要. 長野県北御牧村産アケボノゾウ化石調査報告書, no. 1, 北御牧村教育委員会, 29-42.
- 富田林市石川化石発掘調査団 (1994) 富田林の足跡化石. 富田林市石川化石発掘調査団, 248p.
- 山岸猪久馬・小坂共栄 (1991) 北部フォッサマグナにおける鮮新世～前期更新世の構造運動. 地団研専報, no. 38, 129-140.
- 野洲川足跡化石調査団 (1995) 野洲川 (甲西町) の古琵琶湖層群産足跡化石. 琵琶湖博物館開設準備室研究調査報告 no. 3, 1-134.

(受付: 2005年2月16日; 受理: 2005年5月19日)