

関東山地山中地溝帯に分布する下部白亜系瀬林層中の雨痕について

鎌 田 耕太郎

要旨：

関東山地の山中地溝帯には東西約40km、南北数kmの幅で汽水性から浅海性の白亜紀の堆積物が分布し、秩父帯中軸部に位置づけられる。この白亜系は下位から白井層、石堂層、瀬林層及び三山層に区分される。国道299号沿いに露出する下部白亜系瀬林層には舌状リップルマークの発達する層理面がみられ、群馬県指定の天然記念物に指定されている。この層理面にはリップルマークのほかに恐竜類の足印化石の存在が知られていた。今回、その泥質堆積物の表面に散点する小さなくぼみをみつけたが、その堆積構造はリップルマークの形成されている面上にあり、リムを持った小さなクレーター状構造などの特徴から、湿った堆積物の表面に雨滴の痕跡が保存されたもので雨痕の化石と判断した。また層理面に残された類似の堆積構造も含めて、これまでの議論の推移についても整理した。

キーワード：雨痕化石、瀬林層、白亜系、三角州堆積物

Fossil Rain-drop Impressions of the Lower Cretaceous Sebayashi Formation of the Sanchu Graben, Kanto Mountains, Japan

Kotaro KAMADA

Abstract:

The Sanchu Graben in the Kanto Mountains of Japan consists of the lower to upper Cretaceous non-marine to shallow marine deposits. The Sebayashi Formation in this Cretaceous succession contains non-marine bivalves, gastropods, plant remains and ornithopod fossils. A road-side cliff reveals lingoid-shaped ripples with trace fossils on a bedding plain of the formation. Dinosaur footprints were also discovered on the bedding plain. This presentation reports on rain-drop impressions on the surface of the same deposit of the formation identified by the presenter.

Keywords : Rain-drop Impressions, Sebayashi Formation, Cretaceous, delta deposits

I はじめに

雨上がりの地表には、雨のしずくが落ちた時の印象が残されていることがある。地面(堆積物)に記録された雨粒の痕跡は雨痕(rain-drop impressionsまたはrain printsなど)とよばれ、乾裂痕(desiccation cracks)と共に印象的な特徴を示すので、現在起きている事柄を地質時代にも敷衍できる好例として地質学の教科書にもよく取り上げられてきた。特に1960年代から70年代における堆積盆解析や堆積相解析などの地層学の発展期をへて今日のように堆積学が地層形成の成因的議論として成熟する以前には、雨粒の痕跡に関する記述は、堆積物を理解するうえで基本的な堆積構造の一つとして地質学の堆積を論述する章によく取り上げられていた。しかし雨滴の痕跡が地層記録として見られると述べた教科書は多い(たとえばPettijohn, 1957)が、他の堆積構造に比べると、実際に露頭や堆積岩に印象された様子を写真で示されることは稀で、現世の地表で観察された写真で示されることが多かった。

山中地溝帯に分布する下部白亜系瀬林層には舌状リップルマークの見事な露頭(新井ほか, 1958)があり、群馬県天然記念物に指定されている。新井ほか(1958)はリップルマークについて詳細に記載し、この層理面からはほかにも生痕や大型動物の足跡に似た穴のあることを報告した。その後恐竜の足印化石も発見されている(Matsukawa and Obata, 1985)。文献による検討を行った結果、雨痕に見える堆積構造については見解を異にする議論があったことがわかった。小論では、この層理面にみられる雨痕の化石と解釈できる小さなくぼみ構造についての議論の経過を紹介し、雨痕化石と認定できるものがあることについて報告する。

II 地質の概要

関東山地の山中地溝帯を構成する地質系統は下部白亜系から上部白亜系に対比され、下位から白井層、石堂層、瀬林層及び三山層に区分される。

下部白亜系(宮古統)瀬林層は頁岩優勢の砂岩頁岩互層からなり、舌状リップルなどが発達し、頁岩からは非海生二枚貝や巻貝、植物化石、鳥脚類の化石の産出が報告されている(一瀬・久田, 2008)。Matsukawa and Obata (1985)は瀬林層の堆積場を河川の流入するデルタ環境と説明している。なお白井層と瀬林層中に産する汽水性化石については、深海に再堆積した異地性の産状を示すとみなす報告もある(関山, 1984)。

八幡沢の入り口付近に露出する砂岩層の層理面にみられる舌状リップルは群馬県の天然記念物に指定されている(新井ほか, 1958)。その後Matsukawa and Obata (1985)は、舌状リップルの残された層理面上に恐竜類の足印化石が存在することを報告している。また長谷川ほか(1984)は、八幡沢に露出する黒色頁岩層から大型脊椎動物の椎骨を発見している。

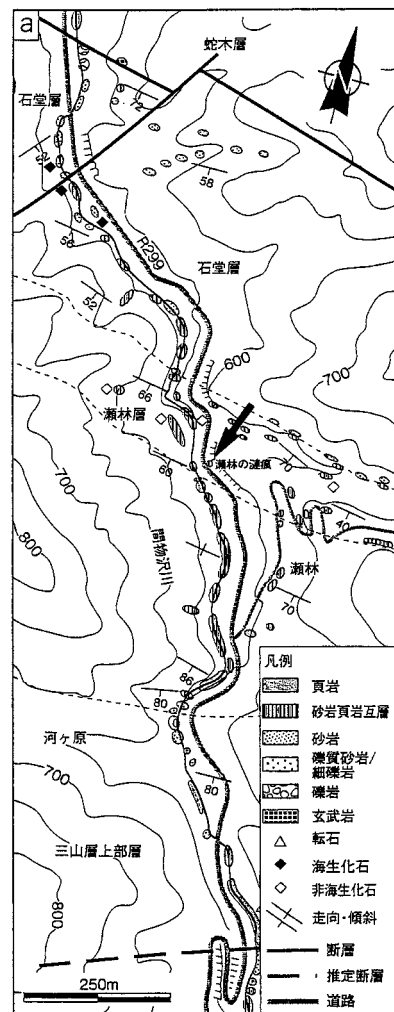


図1 瀬林層の雨痕の観察された露頭の位置
(一瀬・久田, 2008より)。
図の中央部の矢印が観察地点。

Ⅲ 瀬林層の雨痕化石について

志賀坂峠を通る国道299号沿いのルートは山中層群の走向にほぼ直交するので、山中層群の層序や堆積物の観察に好都合である。弘前大学教育学部地学研究室の地質巡検(2011年3月4日)でこの露頭を観察した際に、天然記念物に指定されている露頭の舌状リップルの発達した層理面には足印化石とされる窪みのほかに這い跡からなる新井ほか(1958)が報告しているような生痕化石を確認できたが、そのほかに小さな円形の凹み (small pits) が多数分布しているのが観察できた。この小さなへこみの一部には、円形の縁がやや高くなっているものが識別された。堆積物の表面にみられる円形の小さなくぼみで、その周囲に突出した輪郭をもつ特徴は、雨粒がやや湿った堆積物に衝突した時にできる雨粒のつくる痕跡とされている (Shrock, 1948)。竜脚類や獣脚類の可能性のある足跡化石が残されていることは、この堆積物の表部は当時やや水分を含んだ状態にあったことが明らかで、そのような時に落ちてきた雨粒の痕跡が記録されたものと解釈される。なお、乾裂痕がみられないことは、降雨後に湿ったこの堆積物の表面が、その後乾燥にさらされる前に堆積物に覆われたことを示している。

新井ほか(1958)は複数の生痕を識別して記載しているが、ほかにも雨痕に似た小さな穴が無数にあることを報告している。しかし、それらには溝状の形態を示すものや断面が漏斗状を呈するものがあるなどの特徴から、雨痕とはみなせないと判断された。



図2 瀬林層の雨痕の観察される露頭。



図3 瀬林層でみられる生痕化石(写真左の中)と雨痕化石(写真右)。



図4 泥質堆積物の表面に残された現世の雨滴の痕跡の例。

IV 考察

堆積物に記録された雨粒の痕跡はrain prints (Conybeare and Crook, 1968) やrain-drop impressions (Conybeare and Crook, 1968) またはrain-drop imprint (フリッツ・ムーア, 原田訳, 1999) とよばれ、日本語では雨痕(庄司, 1971; 地学団体研究会編, 1996; 堆積学研究会編, 1998) や雨滴跡(フリッツ・ムーア, 原田訳, 1999) と表記されている。

雨上がりの地表において観察されるように、雨のしずくが落ちた堆積物にはその表面に丸いくぼみが形成されているのを認めることができる。月のクレーターに見られるように、先にできたくぼみに重なる形で、より後に形成されるくぼみの縁が覆うことが認められる。適度に湿ったより細粒の堆積物の表面にはクレーターの縁に、さらに小さな起伏を持つ王冠状の形態ができている例も認められる。

雨痕が地層記録として見られると述べた教科書は多い(たとえばPettijohn, 1957) が、実際にその産状を写真で示したものには現世の例がほとんどである(たとえばPettijohn and Potter, 1964; Conybeare and Crook, 1968:)。その後も「Paleocurrents and Basin Analysis」(Potter and Pettijohn, 1977)。なお最近のものでは地層記録の例として写真が示されたものに先カンブリア系の例(ホルツ, 小畠訳, 2010)がある。

堆積物に残された雨粒の痕跡に関する記述は、堆積盆解析や堆積相解析などの今日における地層解析に関する分野が独立する以前には、堆積学についての基礎的知識として教科書によく取り上げられていた。たとえばR.R.Shrock著の「Sequence in Layered Rocks」(1948) やF. J. Pettijohn & P. E. Potter著「Atlas and Glossary of Primary Sedimentary Structures」(1964) などには図や写真を使って丁寧な解説がなされている。Shrock (1948) は雨痕を堆積構造としての観点からその特徴などの産状を記載しその形状についても形成メカニズムを議論している。さらに雨粒が堆積物表面に衝突する角度が90度より小さくなると、窪みの最深部が中心から偏ることを指摘している。また類似の堆積構造との相違についても議論している。

雨粒の痕跡の記録される堆積環境として河川環境の後背地やプラヤが紹介されるなど、環境指標や乾燥気候の指示物としてもちいられた(Shrock, 1948; Conybeare and Crook, 1968)。その後もPotter and Pettijohn(1977)などの堆積構造をあつかった著書が発刊されたが、個々の堆積構造として記載・分類され成因について議論されることから、堆積構造を活用した堆積相に焦点を当てた解析に関心が移り、取り上げられることは次第になくなった。なおAllen (1984) の著した「Sedimentary structures」では雨痕は堆積構造の一つとして記載や成因を議論する対象とはなっていない。むしろ、リップルマークの表面形態を変形させる作用に着目した議論がなされ、降雨時に激しくうちつける雨滴がリップルマークの表面につくるrain impact ripplesとしての構造が写真とともに提示され、

風雨の方向を示す指標となることが述べられている。

雨痕が堆積物表面につくる形状は、堆積物に発生するガスの抜け跡にできるbubble printsのそれと区別が紛らわしいが、後者では縁の盛り上がりや欠点で異なることがすでに指摘されている(Shrock, 1948; Conybeare and Crook, 1968)。この点でも、今回発見した小さな丸い窪みはやや高く縁取るようなリングを持っており、雨痕と認定できる。平野(1971)は、このリップルマークの見られる露頭表面の窪みは雨痕の化石に見えろとし、雨痕の分布が一樣でないことについては、現世の水溜り付近で雨滴の残された状況を観察することによって、白亜系瀬林層の産状は雨痕の残らない場所は乾燥した硬い場所か水面下と解釈できるとした。Van Straaten(1954)はデボン紀の干潟堆積物の中に、写真こそ掲載していないが、そこで観察される堆積構造の描画の一部に、円形の窪みの縁にリング状の高い縁取りを持つ例を記載し図示した。この堆積構造はまさしくShrock(1948)らが定義する特徴を示しているが、Van Straaten(1954)ではその形成をガスの抜け跡と解釈している。

V 文献

- Allen, J.R.L. (1984) Sedimentary structures. Unabridged one-volume ed. Elsevier, 593+663p.
- 新井房夫・武井峴朔・細谷 尚・林 信吾・高橋 洵(1958) 山中部溝帯で発見された化石漣痕について. 地球科学, 40, 1-12.
- 地学団体研究会編(1996) 新版地学事典. 平凡社, 1443+374p.
- Conybeare, C.E.B. and Crook, K.A.W. (1968) Manual of Sedimentary Structures. Aust., Bur. Miner. Resour., Geol. Geophys., Bull., No.102, 327p.
- 長谷川善和・加瀬友喜・中島秀一(1984) 山中部溝帯より産出した大型脊椎動物化石. 日本地質学会学術大会講演要旨, 219.
- 平野英雄(1971) 雨痕の観察とその化石について. 地球科学, 25, 183.
- フリッツ, W.J.・ムーア, J.N.(原田憲一訳, 1999) 層序学と堆積学の基礎. 愛知出版. 386p.
- ホルツ Jr., T.R.(2010 小島郁生 訳) ホルツ博士の最新恐竜事典. 朝倉書店, 467p.
- 一瀬めぐみ・久田健一郎(2008) 2.2.6 秩父帯中帯. 日本地質学会編, 日本地方地質誌3 関東地方, 84 - 87. 朝倉書店.
- Matsukawa, M. and Obata, I. (1985) Dinosaur footprints and other indentation in the Cretaceous Sebayashi Formation, Sebayashi, Japan. Bull. Natl. Sci. Mus. Tokyo, ser. C, 11, 9-36.
- Pettijohn, F.J. (1957) Sedimentary Rocks, 2nd ed. New York, Harper and Brothers, 718p.
- Pettijohn, F.J. and Potter, P.E. (1957) Atlas and Glossary of Primary Sedimentary Structures. Berlin, Gottingen, Heidelberg, New York, 370p.
- Potter P.E. and Pettijohn, F.J. (1977) Paleocurrents and Basin Analysis, 2nd, corrected and updated ed. Berlin, Heidelberg, New York, 425p.
- 関山 聡(1984) 山中部溝帯白亜系中域の堆積環境. 日本地質学会学術大会講演要旨, 218.
- 庄司力偉(1971) 堆積学. 朝倉書店, 284p.
- Shrock, R.R. (1948) Sequence in layered rocks. New York, McGraw-Hill, 507p.
- Straaten, L. M. J. U. van (1954) Sedimentology of Recent Tidal flat deposits and the psammities du Condroz (Devonian). Geol. en Mijnb. (Nw. serie), 16e jrg., 25-47.
- 堆積学研究会編(1998) 堆積学辞典. 朝倉書店, 470p.
- 武井峴朔(1963) 山中部溝帯東部白亜系の層序と構造. 地質学雑誌, 69, 130-146.
- 武井峴朔・坂 幸恭・小泉 潔(1986) (4) 山中部溝帯. 日本の地質「関東地方」編集委員会編, 日本の地質3 関東地方, 27 - 32. 共立出版株式会社.