

北海道穂別町稲里地域の白亜系中部より産出した生痕化石 *Zoophycos* 及び *Chondrites* について

Zoophycos and *Chondrites* (trace fossils) occurred from the middle Cretaceous in the Inasato region of Hobetsu town, Hokkaido, Japan.

利光 誠一

Seiichi Toshimitsu

地質調査所, 茨城県つくば市東1-1-3

Geological Survey of Japan, Tsukuba 305

(1993年12月30日受付)

Abstract

Two kinds of trace fossils, i. e. *Zoophycos* and *Chondrites*, have occurred from the middle Cretaceous in the middle reaches of the Penkewakkatannenai-sawa, a tributary of the Hobetsu River, southern Hokkaido. This horizon is near the boundary between the Cenomanian and Turonian Stages, and the occurrence of these disaerobic trace fossils in the Hobetsu district is harmonious with the cosmopolitan Ocean Anoxia Event (OAE) at this stage boundary.

I. はじめに

穂別地域において白亜系セノマニアン/チュロニアン境界付近の層序を明らかにしようとしていた松本達郎(九州大学)らの研究グループに参加・協力するため、1992年夏、稲里地域のペンケワッカタンネナイ沢を調査した際、転石として生痕化石 *Zoophycos* を含む長径35cmほどの石灰質ノジュール化した岩塊を得た(Text-fig. 1)。このときはどの層準に由来するかは不明であったが、この岩石が白亜系中部エゾ層群のものと思われること、そしてこの採取地点(H 5027のわずかに下流)より上流には中部エゾ層群の分布はわずかしかなことから、およその検討をつけ、翌年(1993年)夏に再調査した。その結果、前年の転石採取地点のすぐ近くの崖に *Zoophycos* が産することが明らかとなったので、松本ほか(1994)の化石層序学的研究とあわせてその産出の意義を検討した。

採取した標本は半分に切断・研磨し、GSJ F 14770, HMG-1019の番号を付してそれぞれ地質調査所地質標本館、穂別町立博物館に保管する。

II. 地質の概要

穂別地域の地質構造は比較的複雑で、稲里から東方

の福山に至る地域ではほぼ南北性の断層や褶曲により神居古潭帯の先白亜系ハッタオマナイ層(弱変成の粘板岩、砂岩主体)、蛇紋岩類、白亜系中部及び上部エゾ層群(泥岩、砂岩主体)、中新統滝ノ上層(泥岩主体)が繰り返し分布している。近年、長谷川卓(東北大学)及び松本達郎(九州大学)らによりペンケワッカタンネナイ沢流域での化石層序学的研究が進展し、当地における中部エゾ層群の下限はセノマニアン中部まで達していることが明らかとなった(その経緯については松本ほか、1994参照)。

III. *Zoophycos* 産出層準付近の層序・岩相について

Zoophycos が観察されるのはペンケワッカタンネナイ沢中流のH 5027-H 5028及びH 5027のすぐ下流で、1992年の調査時点では気づかなかったが1993年調査時点で露出していた高さ8m程、幅2m未満の狭長な露頭(H 5027')である(Text-fig. 1)。これらの露頭は途中表土などにおおわれ、露出していない部分もあるが、一連の露頭で、厚さは30m程の主として帯青緑色のシルト~粘土質泥岩である。松本ほか(1994)の微化石試料採取層準を柱状図とともにText-fig. 2に示す。彼らの対比に従えば、大型化石ではH 5027か

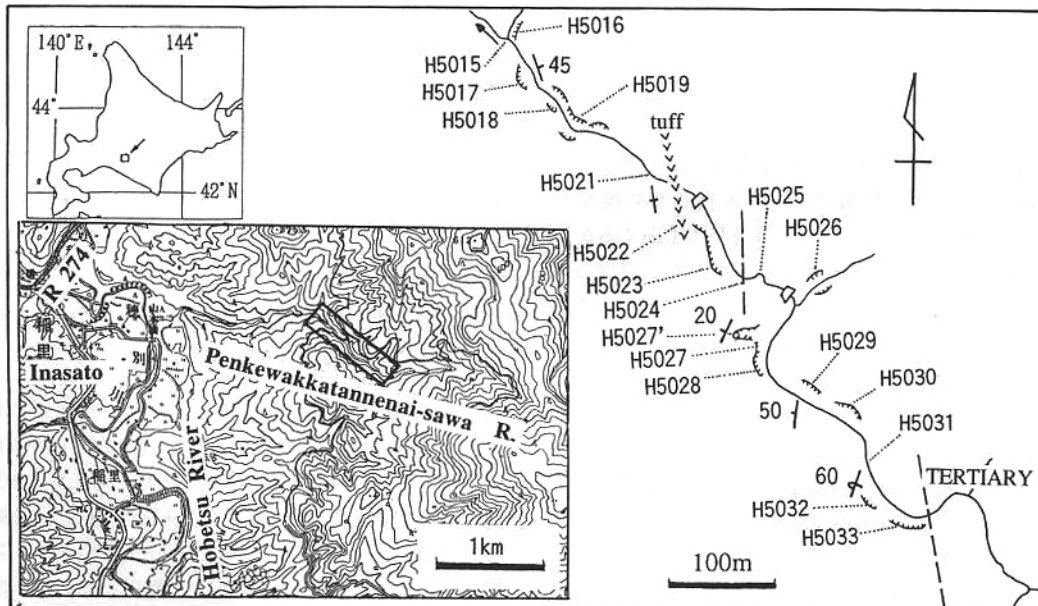
ら *Inoceramus cf. pictus bannewitzensis* Tröger と *Mytiloides cf. sackensis* Keller あるいは *Inoceramus cf. pictus minimus* Matsumoto を得ており、この層準がセノマニアン/チュロニアン境界に近い可能性のあることを示唆している。同時に微化石に関して、浮遊性有孔虫では H 5028 は Sliter (1989) の KS-20 (セノマニアン最上部~チュロニアン最下部) に対比され、底生有孔虫群集から H 5027 及び H 5028 は *Textularia hikagezawensis* Range-Zone (セノマニアン) に対比されることを示している。いずれにしても、H 5027 はセノマニアン/チュロニアン境界に近い層準であろうと思われる。

この一連の露頭の下底から 6 m 程は粘土質泥岩であるが、ここでは数 mm のシルト質な部分と 2~3 cm の粘土質な部分が縞状に“互層し”、外見上もわずかながら明暗の縞状を呈する。その一部に灰白色の小粒子 (ϕ 1/8 - 1/4 mm) が半円弧状 (あるいは舌状) の細かい葉理として並ぶ後方充填構造をもつスプライト (spreite) があり、*Zoophycos* と判断される。この葉理状のスプライトが周囲の泥岩と同質の場合には非常に見づらく、*Zoophycos* と判断するのは難しい。この明暗の縞状を呈する粘土質泥岩の上位では砂質のシ

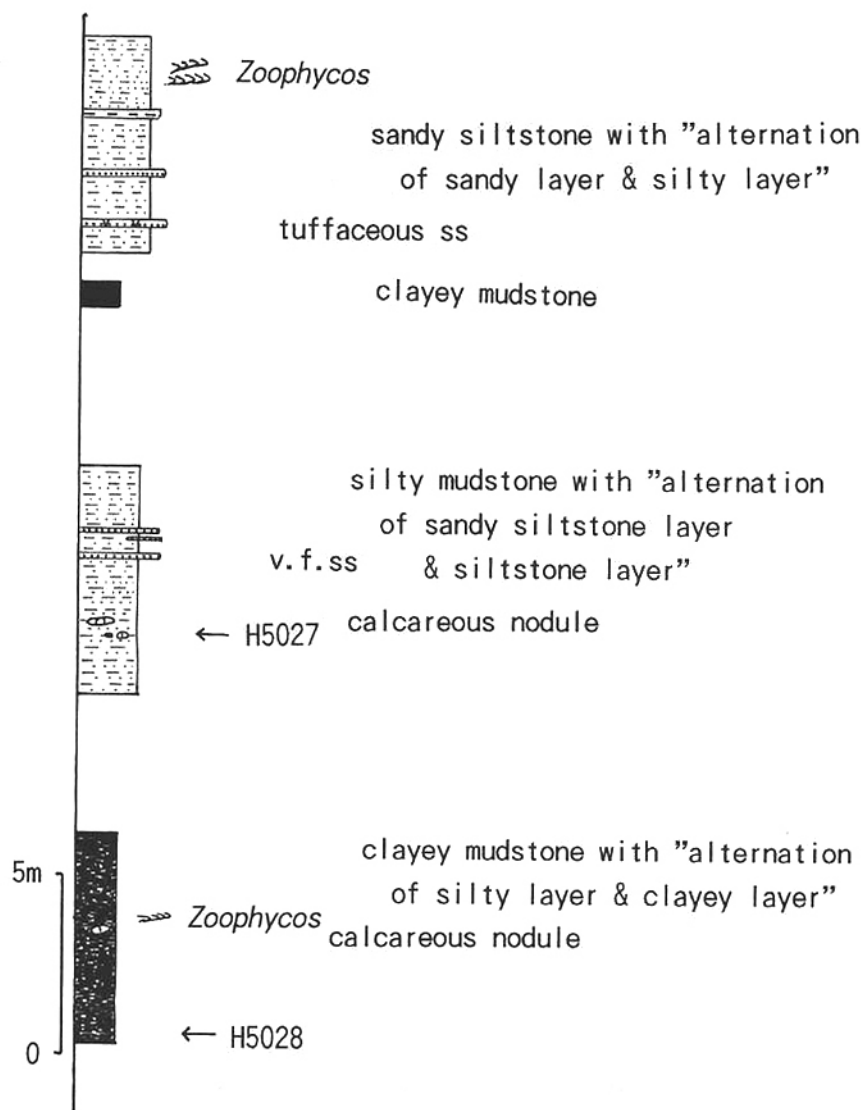
ルト質泥岩になるが、砂質部と泥質部が混在しており、生物擾乱のあったことを思わせる。時折砂岩の薄層をはさむこともある。さらにその上位では特にこれといった構造は認められない粘土質泥岩である。上部 6 m 程は砂質シルト岩で、砂質な数 mm の“薄層”とシルト岩の 10 mm 以上の“薄層”とが互層しているように見える。これも生物擾乱によるものと思われるが、一部を除いては明確な構造として認識できない。この部分はわずかな流水に洗われているところであり、比較的堆積構造が見やすくなっている。この層準では厚さ 50 cm 以上にわたり、厚さ数 mm の砂質な部分に黒色の微粒子を含むことがあり、これにより半円弧状(舌状)の細かい葉理が並ぶ後方充填構造をもつスプライトが観察できる。まれに凝灰質な粒子を含む部分もあり、明瞭に *Zoophycos* のスプライトと判断される。

IV. *Zoophycos* 及び *Chondrites* を含む採取標本について

今回、転石として採取した生痕化石を含む標本は長径 35 cm 程度の石灰質ノジュール化した岩塊である。一見、数 mm~1 cm の厚さの、やや凝灰質な極細粒砂質シルト岩と数 mm~2 cm 以上の厚さのシルト質泥



Text-fig. 1 Index map of the area studied and route map along the middle reaches of the Penkewakkatannenai-sawa River. Topographic map is a part of 1/50,000 map sheet "Momijiyama" of Geographical Survey Institute. Route map is modified from Matsumoto *et al.* (1994).



Text-fig. 2 Columnar section of locs. H 5027-5027-5028. Arrows indicate sampling points of mudstone for foraminiferal research (see Matsumoto *et al.*, 1994).

岩の互層状を呈するが、砂質な部分の風化面では半円弧状(舌状)の細かい葉理が観察される。また、“層理”に平行な風化面上では直径数 cm、あるいはそれ以上の半円弧状(舌状)の細かい葉理が観察され(Pl.1, Fig.2), 上記の“層理”に垂直な風化面での観察とあわせて *Zoophycos* のスプライトと判断される。シルト質泥岩中には直径 1~2 mm の管状の生痕も観察される。これは後述する研磨面の観察から *Chondrites* であることがわかった。

研磨面を観察すると(Pl.1, Fig.1), シルト質泥岩中に 10 cm 程の凝灰質な砂質シルト岩がはさまれ、その下位のシルト質泥岩中に直径 3~4 cm 程の偽団塊(pseudo nodule)が含まれる。これらのシルト岩、凝灰質砂質シルト岩双方を *Zoophycos* のスプライトが層理面にはほぼ平行に貫いている。ただし、凝灰質砂質シルト岩を貫くときはほぼ同質であるため、スプライトの観察はしづらい。

研磨面ではスプライト中の葉理構造が明瞭に見え

る。最近、Kotake (1989) は房総半島の鮮新統(深海相)に見られる *Zoophycos* について研究し、スプライト中をベレットが充填していることを明らかにしたが、この標本でもベレット状の凝灰質の粒子を確認できる部分があり(Pl. 1, Fig. 3), *Zoophycos* の生産者が排泄場所として *Zoophycos* を形成していったという Kotake (1989 など) の考えを裏付ける。この標本では *Zoophycos* の軸部はうまく観察できない。しかし、スプライト中に見える半円弧状(舌状)の葉理の凸部の向きが途中で反転しているスプライトもあり、“層理面”上の葉理の方向とあわせて、軸部がこの標本の断面部に近い位置にあることが示唆される。

Zoophycos のスプライトの間のシルト質泥岩中には直径 1~2 mm の管状の生痕が観察される。これは周囲の暗灰色の母岩中で明色の生痕なのでよく目立つ。この中には「へ」の字状の分岐をしたものがあり(Pl. 1, Fig. 3), *Chondrites* と判断される。

この他は特に明瞭な生痕は観察されないが、シルト質泥岩中にところどころもやもやとした部分があり、なにか別の生物擾乱もあったものと思われる。

V. *Zoophycos* の産出の意義

従来、*Zoophycos* を主体とする生痕群集が見られる相(*Zoophycos* 生痕相)について、この生痕相が大陸斜面などの漸深海帯の環境を特徴づけると考えられてきた(Seilacher, 1967 など)。これに対し、Bottjer *et al.* (1987) などは *Zoophycos* の観察される堆積相の整理をし、古生代では浅海と深海の両方の堆積相中に見られるが、中生代以降になると深海の環境下に限られることを明らかにしている。そして、現在の海底では中部漸深海帯から深海帯の堆積物の中で知られているのみである(Bottjer *et al.*, 1987 など)。一方、近年では海洋中の水深の指標としてより、むしろ海水中の溶存酸素量を反映するものとしてとらえる考え方もある。Bromeley & Ekdale (1984) はドイツのジュラ系などの堆積岩中で初次的な堆積構造の保存された状態からそれが生痕により破壊されていく過程を検討し、*Chondrites* が海水中の溶存酸素量の低下に最も耐性があり、*Zoophycos*, *Thalassinoides*, *Planolites* の順に続くと考えた。Savdra & Bottjer (1986) は北米コロラドの白亜系 Niobrara 層及びカリフォルニアの中新世 Monterey 層の生痕化石相について研究した。ここでは、葉理泥岩相と生物擾乱相とに分けられ、前者は無酸素状態を示し、後者は酸素供給のある状態を示

す。さらに後者の中は溶存酸素レベルの低い順に *Chondrites*, *Zoophycos*, *Planolites*, *Thalassinoides* が観察されるとして、溶存酸素量の変動に関する復元モデルを提唱した。また、そのサイズの変化も酸素量の微妙な変化を反映し、サイズが小さいほど溶存酸素レベルが低いと考えられている。

近年、生痕化石群集について垂直分帯のあることが明らかにされている。例えば、Ekdale & Bromeley (1991) はデンマークの最上部白亜系(マストリヒチアン)の生痕化石の垂直分帯を示している。この垂直分帯の考えに従えば、*Zoophycos* 生産者は底層からかなり深い部分まで掘り下げていることになる。*Chondrites* 生産者はさらに深い部分を占有しており、たいいていの場合、他の生痕化石を切っているように見える。

以上のように *Zoophycos* の示し得る環境については水深を示すもの、海水中の溶存酸素量を反映したものの、海底表面からの底層中の深さを反映したものなど、大きくみると3通りの考え方があり。深度に関して、甲藤・田代(1984)は日本の白亜紀の *Zoophycos* と共産する二枚貝類の研究から *Zoophycos* 生産者の生息深度を深くとも 100~200 m 位の範囲と考えている。海水中の溶存酸素量に関して、*Chondrites* や *Zoophycos* は低酸素領域でもかなり低レベルの環境下の生痕と考えられている(Bromeley & Ekdale, 1984; Savdra & Bottjer, 1987 など)。

H 5027-5028 の露頭から得られた化石層序のデータからはこの層準、特に H 5027 はセノマニアン/チュロニアン境界に近いことが示唆されている。このセノマニアン期からチュロニアン期に推移する時期の海洋において世界的な無酸素~貧酸素状態になったことが考えられており、日本においても最近さかんに議論がなされている(平野, 1992 など)。不幸にして、H 5027-5028 においてはセノマニアン/チュロニアン境界は厳密には決めることはできず、露頭の欠如も若干あり、この境界における貧酸素環境には言及できない。しかし、この境界にかなり近いと思われる部分に *Zoophycos* や *Chondrites* などの生痕化石に代表される溶存酸素量レベルのかなり低いと判断される環境(貧酸素環境)が推定されたことは、この境界部で知られている汎世界的海洋無酸素イベント(OAE: Ocean Anoxia Event)と調和し、層序学的・古海洋学的な意義が大きい。これらの生痕化石の産出は今後、この境界部に関する化石層序学的究明の一助となると思われる。

VI. ま と め

穂別川支流のベンケワッカタンネナイ沢中流に分布するセノマニアン/チュロニアン境界付近の泥岩中に生痕化石の *Zoophycos* や *Chondrites* を含む層準があることがわかった。一般に、これらの生痕化石は貧酸素環境を示すものと考えられており、その産出はセノマニアン/チュロニアン境界の汎世界的な海洋無酸素イベントと調和していると考えられる。

謝 辞

本研究は松本達郎九州大学名誉教授の進める北海道の白亜紀中期セノマニアン~チュロニアン推移部の化石層序学的研究に参加させていただいた際に発見した標本がきっかけとなったものです。僭越ではありますが、今年度で傘寿を迎えられた松本先生に因縁浅からぬこの報文を捧げたいと思います。

この調査には野田雅之博士(大分市)、蟹江康光博士(横須賀市自然博物館)、吉川幸叙氏(北海道浦河町)も同行しており、標本採取に際してご助力いただきました。著者はじめ、これらの同行者一同は松本先生の日頃の研究上のご助言・ご指導に感謝し、傘寿に対して祝意を表したいと思います。

また、この報文を博物館研究報告に掲載するにあたり、学芸員の地徳力氏にはいろいろとご便宜をはかっていただきました。穂別町の笠巻袈裟男氏には宿泊等に際してお世話になりました。これらの方々から感謝いたします。

文 献

- Bottjer, D. J., Droser, M. L. & Jablonski, D. (1987) Bathymetric trends in the history of trace fossils. In Bottjer, D. (ed.) *New concepts in the use of biogenic sedimentary structures for paleoenvironmental interpretation*. Pacific Section SEPM, Los Angeles, 57-65.
- Bromeley, R. G. & Ekdale, A. A. (1984) *Chondrites*: a trace fossil indicator of anoxia in sediments. *Sciences*, **244**, 872-874.
- Ekdale, A. A. & Bromeley, R. G. (1991) Analysis of composite ichnofabrics: an example in uppermost Cretaceous Chalk of Denmark. *Palaios*, **6**, (3), 232-249.
- 平野弘道(1992) 海洋無酸素事変とアンモナイト類の進化. 化石, (53), 49-51.
- 甲藤次郎・田代正之(1984) 高知県大橋付近の吹越層及びその他の地域における生痕化石 *Zoophycos* 産出層の堆積環境の考察. 高知大学術研報, **32**, 自然科学, 211-214.
- Kotake, N. (1989) Paleocology of the *Zoophycos* producers. *Lethaia*, **22**, 327-341.
- 松本達郎・野田雅之・蟹江康光・吉川幸叙・利光誠一・米谷盛寿郎・花方聡(1994) 北海道穂別地域におけるセノマニアン-チュロニアン推移部の層序. 穂別博研報, (10), 1-25.
- Savdra, C. E. & Bottjer, D. J. (1986) Trace-fossil model for reconstruction of paleo-oxygenation in bottom waters. *Geology*, **14**, 3-6.
- Savdra, C. E. & Bottjer, D. J. (1987) The exaerobic zone, a new oxygen-deficient marine biofacies. *Nature*, **327**, 54-56.
- Seilacher, A. (1967) Bathymetry of trace fossils. *Marine Geol.*, **5**, 189-200.
- Sliter, W. V. (1989) Biostratigraphic zonation for Cretaceous planktonic foraminifers examined in thin section. *Jour. Foram. Resear.*, **19**, (1), 1-19.

[和文要旨]

北海道穂別町稲里地域の白亜系中部より
産出した生痕化石 *Zoophycos* 及び *Chondrites* について

利 光 誠 一

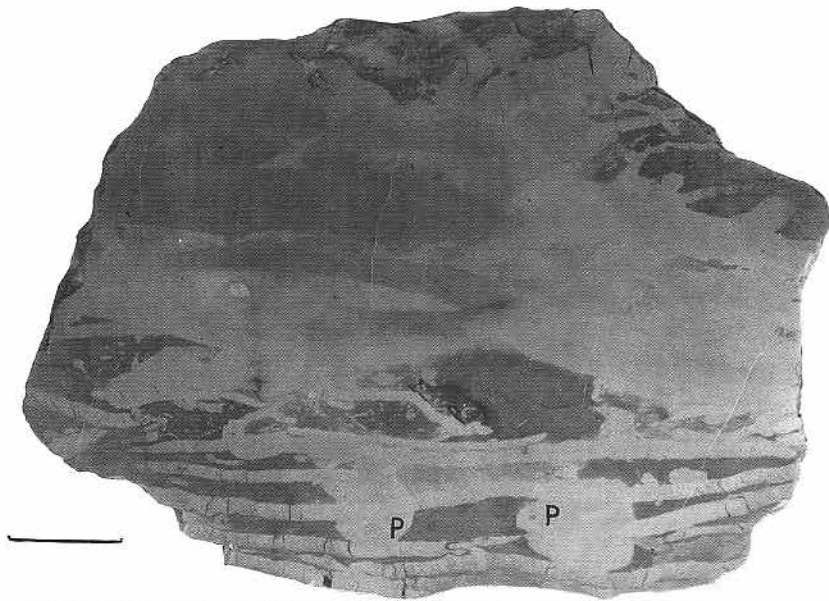
穂別町稲里地区の穂別川支流ベンケワッカタンネナイ沢中流に分布する白亜系中部層(泥岩相)から生痕化石の *Zoophycos* や *Chondrites* を得た。これらの生痕化石を含む層準はセノマニアン/チュロニアン境界に近い。一般に、これらの生痕化石は貧酸素環境を示すものと考えられており、その産出はセノマニアン/チュロニアン境界の汎世界的な海洋無酸素イベントと調和していると考えられる。

Explanation of Plate I

- Fig. 1 Cross-sectional view of HMG-1019, bearing *Zoophycos* and *Chondrites*. P: pseudo nodule
- Fig. 2 Planar view of the "bottom surface" of HMG 1019. "Lamination" is well preserved.
- Fig. 3 Close-up of Fig.1. "Lamination" is well preserved, and some fecal pellets (indicated by arrows) are observed in the spreite of *Zoophycos*. Small *Chondrites*-burrows are developed in the middle part of the photograph.

scale bar = 5 cm

1



2



3

