

野田村米田海岸に分布する上部白亜系久慈層群下部国丹層から産出する 生痕化石

望月貴史

Trace fossils from the upper Cretaceous lower Kunitan Formation, Kuji Group in the Maita coast, Noda village.

Takafumi MOCHIZUKI

岩手県立博物館 020-0102 岩手県盛岡市上田字松屋敷 34. Iwate Prefectural Museum, Ueda Matsuyashiki34, Morioka City, 020-0102, Japan.

Abstract

Herein, the occurrence of trace fossils from the upper Cretaceous lower Kunitan Formation, Kuji Group in the Maita coast, Noda village, northeast Iwate prefecture, has been studied. All ten species of trace fossils were observed on the outcrops deposited from the lower shoreface to innershelf. The occurrences of *Skolithos*, *Polycradichnus*, and *Ophiomorpha*, among others, suggested that benthic animals were heavily affected by the depositional environment and substrate. The trace fossil assemblage in lower Kunitan Formation shows mixed *Skolithos*–*Cruziana* ichnofacies.

はじめに

久慈層群は、岩手県久慈市や九戸郡野田村の沿岸部に分布し、下位より玉川層、国丹層、沢山層の3つの累層から構成される。また、九戸郡洋野町種市の海岸線には本層群と同時代の種市層が分布する。久慈層群の大部分は海成層であり、二枚貝やアンモノイドといった軟体動物化石のほか、魚類やモササウルスなどの脊椎動物化石が産出することが知られている(川上ほか, 1985)。また、特に久慈市に分布する玉川層からは、豊富な琥珀が産出することが知られている。アンモノイドや花粉、孢子化石群集をもとにした生層序から見積もられる堆積年代は、後期白亜紀 Santonian～Campanian 前期とされている(Futakami et al. 1987, 梅津・栗田 2007)。

野田村北東部の米田海岸では、露出の良い下部～中部国丹層のほぼ連続露頭を観察することができ、露頭からは多様な生痕化石が見られる。本報告では、米田海岸に露出する国丹層の詳細な柱状図と産出する生痕化石について報告する。

地質概要

久慈層群

久慈層群は玉川層基底の礫岩から始まり、泥岩、砂岩、礫岩、凝灰岩などからなる全層厚約 420m の上部白亜系層群であり(日本地質学会編 2017)、下位の中・古生界岩泉層群や白亜系田野畑花崗岩等を著しい不整合で覆い、古第三系野田層群によって平行不整合に覆われる(島津・寺岡 1962, 吉田ほか 1987)。本層群は一部地域差があるものの、全体的には北西-南東方向の走行を示し、北東へ緩く傾斜している(吉田ほか 1987)。

本層群は佐々(1932)によって下位より玉川層、国丹層、門ノ沢層として初めて記載された。その後、島津・寺岡(1962)は門ノ沢層を沢山層と改称し、種市地域に分布するものは照井ほか(1975)によって種市層として記載された。本報告では、島津・寺岡(1962)及び照井ほか(1975)に従い、久慈層群を玉川層、国丹層、沢山層の3つの累層と種市層からなるものとして扱う。

ここでは、野田村米田海岸の露頭で観察される国丹層についてのみ詳細な地質概要を記すものとする。

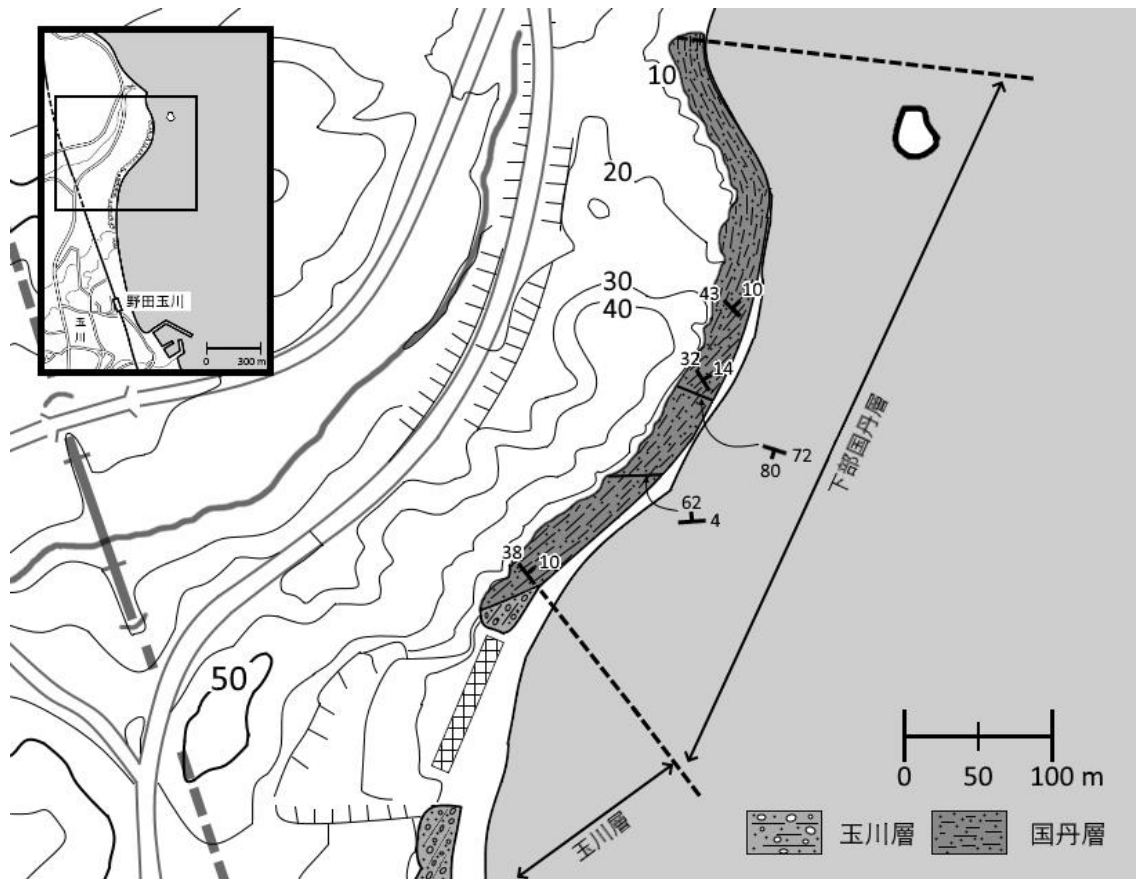


図1(上) 野田村米田海岸の位置及び下部国丹層の露出地点

図2(左) 玉川層と国丹層の境界部露頭

国丹層

本層は久慈層群の下位から二番目の地層にあたり、久慈市夏井町国丹を模式地とする(佐々1932, 照井, 1986)。地域によって変化があるが、全体の層厚は概ね170mほどとされ、場所によっては220mにも達する。(島津・寺岡1962, 照井1986, 吉田ほか1987, 照井・長浜1995, Ando1997, 木村ほか2005, 梅津・栗田2007, 梅津ほか2013)。基底は下位の玉川層の上に整合で重なり(佐々1932, 島津・寺岡1962, 照井1986, 梅津ほか2013)、全体としては主に砂岩や泥岩からなるが、層準によっては円礫岩や凝灰岩の層も見られる。

本層は、動物化石を含む2枚の厚い砂質泥岩によって、中～細粒砂岩が主で構成される下部層、細粒砂岩が主で構成される中部層、中～粗粒砂岩が主で構成される上部層の3つに分けられている(島津・寺岡1962, 照井1986, 照井・長浜1986, 吉田ほか1987, 照井・長浜1995)。また、下部層最上部の化石帯層準には、流紋岩質凝灰岩が見られることが知られている(川上ほか1985)。各部層の砂岩層によってはハンモック状斜交層理や平板斜交層理等が発達する層準が確認され、中部層や上部層の一部に沖合性細粒堆積物を含む(吉田ほか1987)ものの、全体の堆積環境としては概ね海

浜環境を含む浅海相と考えられている(照井・岩手県立種市高等学校地学班 1981, 吉田ほか 1987)。また, 本層をシーケンス層序学的に解釈した場合, 外浜～内側陸棚から外浜と内側陸棚から外浜の2回の海進・海退の堆積シーケンスが読み取れるとされる(照井・長浜 1995)。

本層からは二枚貝 *Inoceramus japonicus* Nagao and Matsumoto (島津・寺岡 1962, 照井・長浜 1995) や, *Texanites (Plesiotexanites) pacificus* Matsumoto を含むアンモナイト等の後期白亜紀 Santonian～Campanian を示す大型海棲動物示準化石の産出が報告されている(Futakami et al. 1987, Ando 1997)。また, 産出する花粉・孢子化石に基づいた地質年代推定からは, 本層の堆積年代は後期白亜紀 Santonian～Campanian 前期と推定されている(梅津・栗田 2007)。

米田海岸の国丹層について

野田村北東部の米田海岸では玉川層上部と国丹層下部の境界層を含む露頭が見られる(図1及び2)。本報告では, 玉川層最上部の礫岩層から下部国丹層の上限とされる動物化石を含む砂質泥岩層直上の流紋岩質凝灰岩までの厚さ約 74m の柱状図を作成した(図3)。2層準(柱状図の 22.3m と 39.7m の層準)において断層が発達しているため, 全体の正確な層厚は不明であるが, いずれも下部国丹層内の変位で収まるものであり, 変位量は大きくないと推測した。なお, 柱状図上の数値は見かけの層厚を示している。

国丹層基底層は, 玉川層最上部の厚さ約 1.2m の礫岩層の上に重なる灰色細粒砂岩層からなり, 走行傾斜は N38W/10E を示した。吉田ほか(1987)では, 久慈市枝成沢西方の国丹層下限付近から厚さ約 4m のカキ化石層を報告しているが, 本調査地ではその存在は確認できなかった。下部国丹層の基底層から約 13m 上までの層準は大部分が細粒砂岩層で構成され, 稀に極細粒砂岩層を挟在する。層準によっては細粒砂岩中にハンモック状斜交層理(図4)の発達が見られ, 堆積当時の環境が下部外浜であったことが推測される。また, 層準によっては厚さ 1～10cm 程度の黒色含有機物層を挟むほか, さまざまな大きさのコンクリーション構造が確認された。

基底層から約 1.2m 上(柱状図の 2.6m の層準)の細粒砂岩層からは, 生痕化石 *Skolithos* (図5) と *Polycladichnus* (図6), *Paleophycus* (図7) が産出した。

また, その直上の極細粒砂岩層からは *Skolithos* の密集層(図8)が確認された。密集層の *Skolithos* では構造内部に暗灰色の泥による充填が観察された。同様の密集層は柱状図の 3.7m 付近の極細粒砂岩層や 5.4m 付近の細粒砂岩層などでも見られた。また, 柱状図の 3.5m 付近の層準からは *Ophiomorpha* (図9) が, 5.2m 付近では *Planolites* (図10) がそれぞれ産出したほか, 12.5m 付近では *Arenicolites* (図11) が見られた。

基底層から約 13m 上の層からは, 時折厚さ数～20cm 程度の礫岩層を挟む灰色中粒砂岩層が見られた。砂岩層にはトラフ型斜交層理がよく発達し, ハンモック状斜交層理は見られなかった。また, 柱状図の 17m 付近の礫岩層は粒径 0.5～7cm の垂円礫で構成され, 全体として下に凸のチャンネル状構造をなしていた。堆積物の粗粒化や堆積構造の変化から海退による堆積場の変化が生じたと考えられ, その堆積環境は恐らく上部外浜かそれ以浅であったと推定される。また, この層準からは生痕化石は見られなかった。

中粒砂岩層の上位(柱状図の 20.5m)にはハンモック状斜交層理の発達する厚さ約 1.8m の灰色細粒砂岩層があり, その上には N4E/62W の断層が見られた(柱状図の 22.3m)。この断層を挟んで上位(柱状図の 22.3～39.7m)は細粒～極細粒砂岩層が主で構成されており, ここでは下位の層準で見られたハンモック状斜交層理のような堆積構造は減少した。一方で, 下位の一部の層準で見られたコンクリーション構造は, 柱状図の 28～30m 付近を始めとしたより多くの層準で観察された。また, *Skolithos* の密集層が多くの層準で見られたほか, 主に細粒砂岩層で *Ophiomorpha* や *Polycladichnus* が見られた。

上記の断層から約 17.4m 上位(柱状図の 39.7m)にも N72W/80W を示す断層があり, その上にも同様の細粒～極細粒砂岩層が続くが, この断層より上位の層準では *Skolithos* の密集層はほとんど見られなかった。また, 細粒砂岩層のいくつかの層準であまり明瞭でないハンモック状斜交層理が見られたほか, 多くの層準でコンクリーション構造が発達し, 構造の表面からは *Ophiomorpha* が多数見られた。一方で, 下位の層準で頻繁に見られた *Polycladichnus* はほとんど産出しなかった。また, 柱状図の 57.8～66m の層準においては, 恐らく脱水構造と見られる垂直方向に伸びる脈状構造が発達しており, 生痕化石はほとんど見られなかったが, いくつかの層準からは *Ophiomorpha* が産出した。

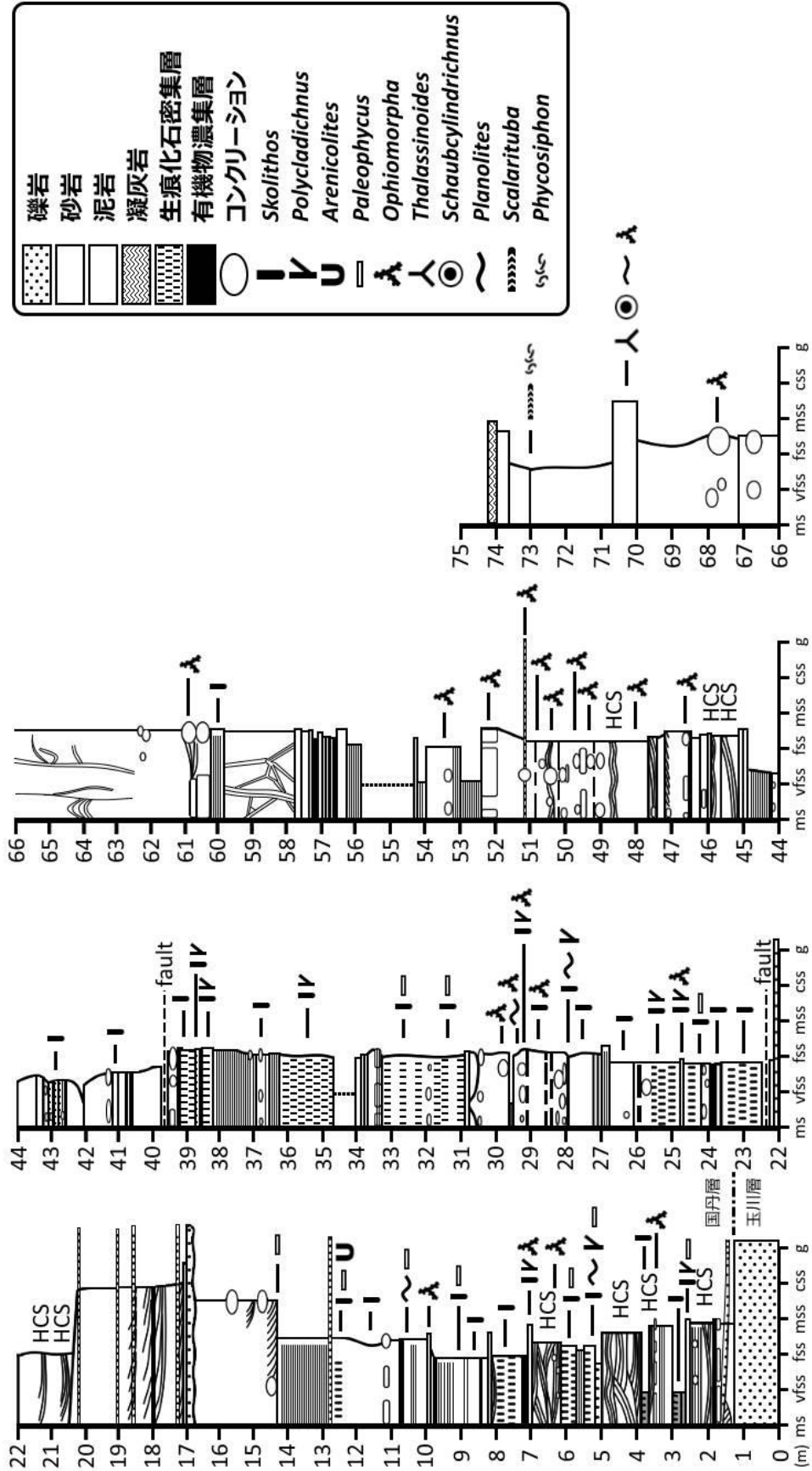


図3 米田海岸の下部国丹層の柱状図

数値は見かけの層厚を示す。ms：泥岩，vfss：極細粒砂岩，fss：細粒砂岩，mss：中粒砂岩，css：粗粒砂岩，g：礫岩，HCS：ハンモンツク状斜交層理

細粒砂岩層の上位（柱状図の 70m）には厚さ約 70cm の茶色中粒砂岩層が見られた。この層からは *Ophiomorpha* や *Planolites* のほか、*Thalassinoides* (図 12) , *Schaubcylindrichnus* (図 13) といった生痕化石が観察された。

また、その直上には厚さ約 3m の暗灰色泥質極細粒砂岩層が見られた。この層は著しく生物擾乱が発達し、層理面からは *Scalarituba* や *Phycosiphon* が見られた (図 14) 。また、本層からは琥珀や二枚貝といった化石の産出も認められた。また、その上位の約 35cm の厚さの暗灰色細粒砂岩層を挟み、下部国丹層と中部国丹層の境界を示すと考えられる厚さ約 30cm の流紋岩質凝灰岩が見られた。

このように米田海岸の下部国丹層は、下部でよく見られるハンモック状斜交層理等のストーム由来の堆積構造が上位に向かうに従って次第に減少し、同時に堆積物が細粒化していくなど、全体として海進による上方深海化が進んでいたことが推測される。照井・長浜 (1995) は久慈市周辺地域の下部国丹層の堆積期を前半と後半に分け、前半は地域によって若干の差が認められるものの、久慈湾周辺と野田村地域では内側陸棚

と下部外浜で堆積し、後半は堆積盆全域において時折海岸付近からストームサンドの供給がある内側陸棚で堆積したと推測した。こうした点から考えると、米田海岸に見られる下部国丹層の下部層で見られるハンモック状斜交層理やトラフ型斜交層理の発達する中粒～細粒砂岩層は上部外浜～下部外浜で堆積し、中部～上部層でこれらの堆積構造があまり見られなくなる細粒～極細粒砂岩層は下部外浜～内側陸棚への漸移帯で堆積し、最上部付近の泥質極細粒砂岩層やストームサンドに由来すると考えられる中粒砂岩層は内側陸棚で堆積したものと推測される。

下部国丹層から産出する生痕化石と堆積相について

国丹層については多くの地質学的研究報告があり、本層における生痕化石や生物擾乱の存在はこれまでも認識されてきた (島津・寺岡 1962, 照井・岩手県立種市高等学校地学班 1981, 川上ほか 1985, 照井 1986, 吉田ほか 1987, Minoura and Yamauchi 1989, Yagishita 1994, 照井・長浜 1995, 八木下・杉山 1996, 梅津・栗田 2007, 梅津ほか 2013)。また、照井・長浜 (1995)は



図 4 下部国丹層基底部付近で見られるハンモック状斜交層理
右上にはコンボリュート葉理のような構造が見られる

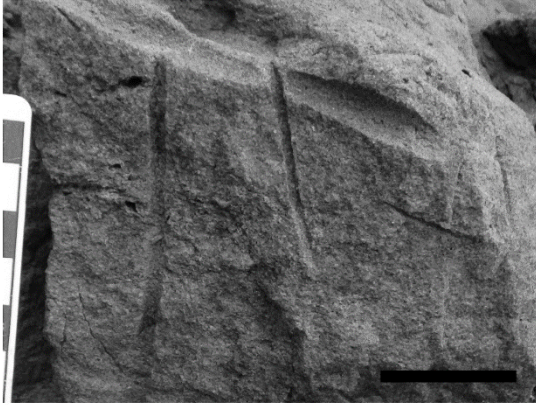


図5 *Skolithos*
柱状図の7 m 付近から産出。
bar : 3 cm

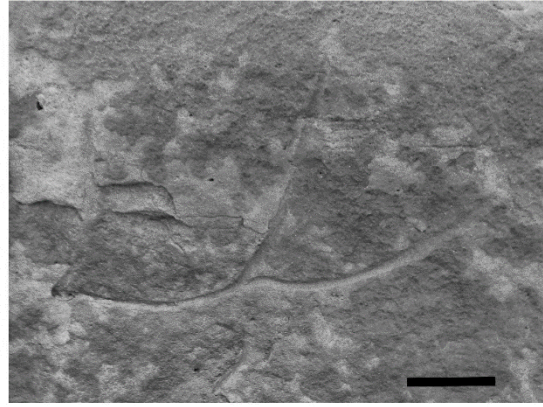


図6 *Polycladichnus*
柱状図の29 m 付近から産出。
bar : 3 cm

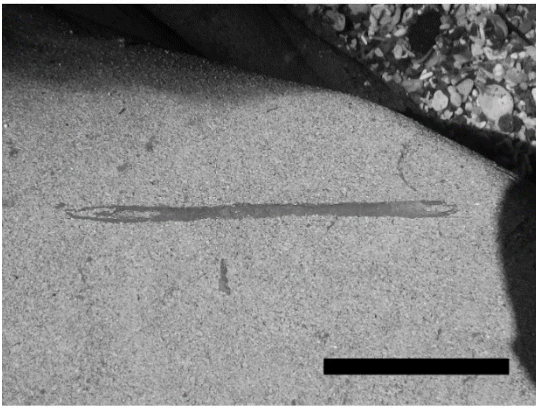


図7 *Paleophycus*
柱状図の14 m 付近から産出。
bar : 3 cm

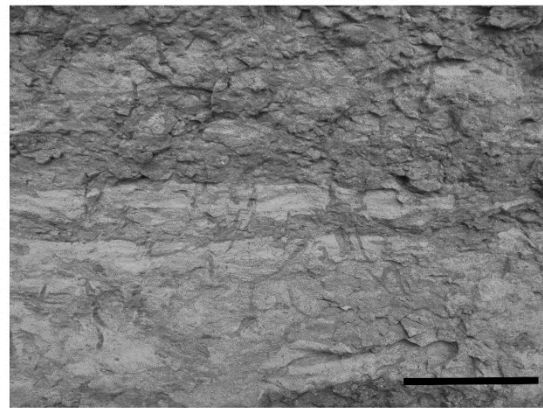


図8 *Skolithos*の密集層
柱状図の3 m 付近から産出。
bar : 10 cm

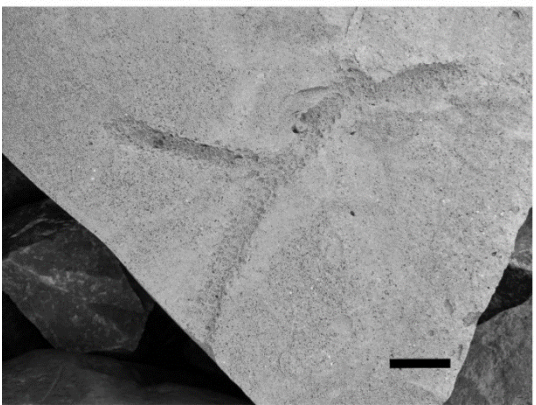


図9 *Ophiomorpha*
転石. bar : 3 cm

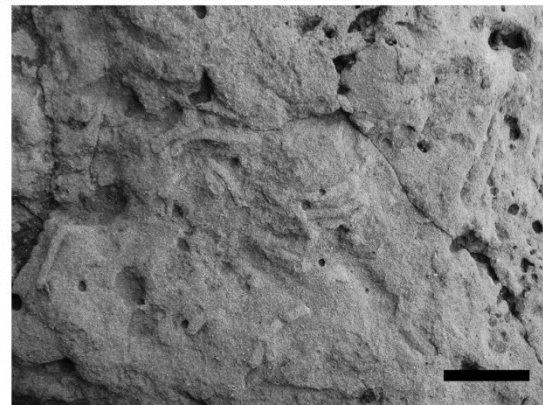


図10 *Planolites*
柱状図の5 m 付近から産出。
bar : 3 cm

国丹層中部層の生痕化石群集を *Skolithos* 相としている。一方で、本層から産出する個々の生痕化石についての記載はこれまであまりされてこなかった。

本報告では野田村米田海岸の下部国丹層から10種類の生痕化石を報告したが、これらの生痕化石と堆積相との関係から、堆積当時の生物活動と環境との関わ

りについて議論する。なお、生痕化石の産出層準をまとめたものは図15に示した。

密集層を含めて最も多くの層準で産出が認められた生痕化石は *Skolithos* であった。*Skolithos* は下部国丹層基底部付近から産出し始め、下部層～中部層の細粒～極細粒砂岩層においては頻繁に見られた。また、層準

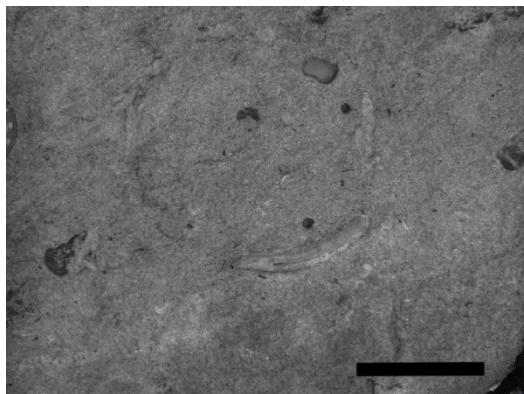


図 11 *Arenicolites*
柱状図の 12 m 付近から産出.
bar : 3 cm

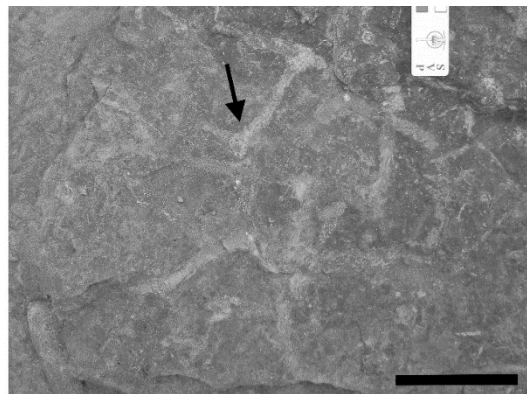


図 12 *Thalassinoides* (黒矢印)
柱状図の 70 m 付近から産出.
bar : 10 cm

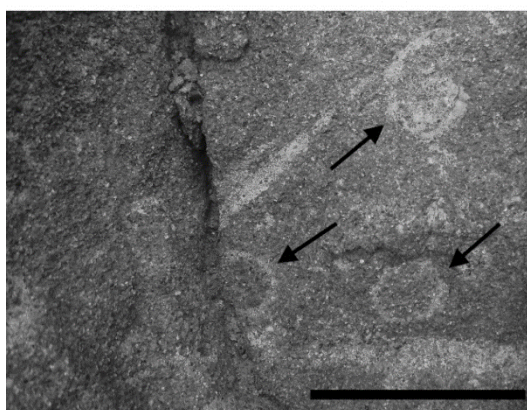


図 13 *Schaubcylindrichnus* (黒矢印)
柱状図の 70 m 付近から産出.
bar : 3 cm

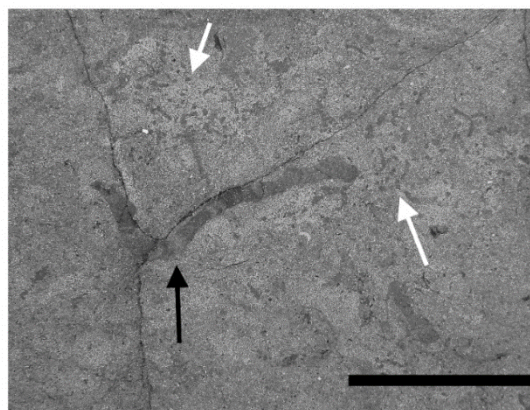


図 14 *Scalarituba* (黒矢印) と *Phycosiphon* (白矢印)
柱状図の 73 m 付近から産出.
bar : 3 cm

によつては *Polycladichnus* 等の生痕化石との共産が認められた。一方で中部層上部～上部層においては、*Skolithos* の密集層は見られなくなり、産出層準も限定的であった。このことは底生動物による *Skolithos* の形成は主に国丹層堆積初期の下部外浜近辺の極めて浅い海で行われており、その後の海進によって堆積環境が内側陸棚へと移行するにつれて行われなくなったことを示唆している。浸食や急堆積イベントが頻繁に起こる高エネルギー環境下に生息する底生動物にとっては居住地を維持することが主要な問題となるため、防衛行動として地面深くまで巣穴を掘る活動が発達することが示唆されており (Gaillard and Racheboeuf 2006), *Skolithos* の産状の変化は下部外浜から内側陸棚への環境の変化に伴った底生動物の生活様式の変化の一端を見ている可能性がある。すなわち、波浪やそれに伴う堆積物の供給等の影響が大きい下部外浜では、底生動物にとって堆積物の中深くに潜る生活が生存に有利に

働き、それらの影響が弱まる内側陸棚では不利に働いたと考えられる。また、類似の産出傾向が見られる *Polycladichnus isp* の形成についても同様のことが示唆される。

Skolithos ほどではないが、露頭では *Ophiomorpha* も頻繁に産出が認められた。しかし、上位の層準に向かうに連れて *Skolithos* の産出が減少する傾向にあったのに対し、*Ophiomorpha* は下部の中粒砂岩層を除いて、下部国丹層全体を通して頻繁に産出した。また *Ophiomorpha* はほとんどが細粒～中粒砂岩層からの産出であり、極細粒砂岩層からはほとんど見られなかった。これは下部外浜～内側陸棚までの幅広い深度環境で底生動物が *Ophiomorpha* を形成していたことを示唆している。一方で極細粒砂岩層からはほとんど産出しないことから、形成者は堆積場の深度による波浪等の影響よりも生活の基盤となる底質の影響を大きく受けており、極細粒砂よりも細粒～中粒砂の底質を好んで

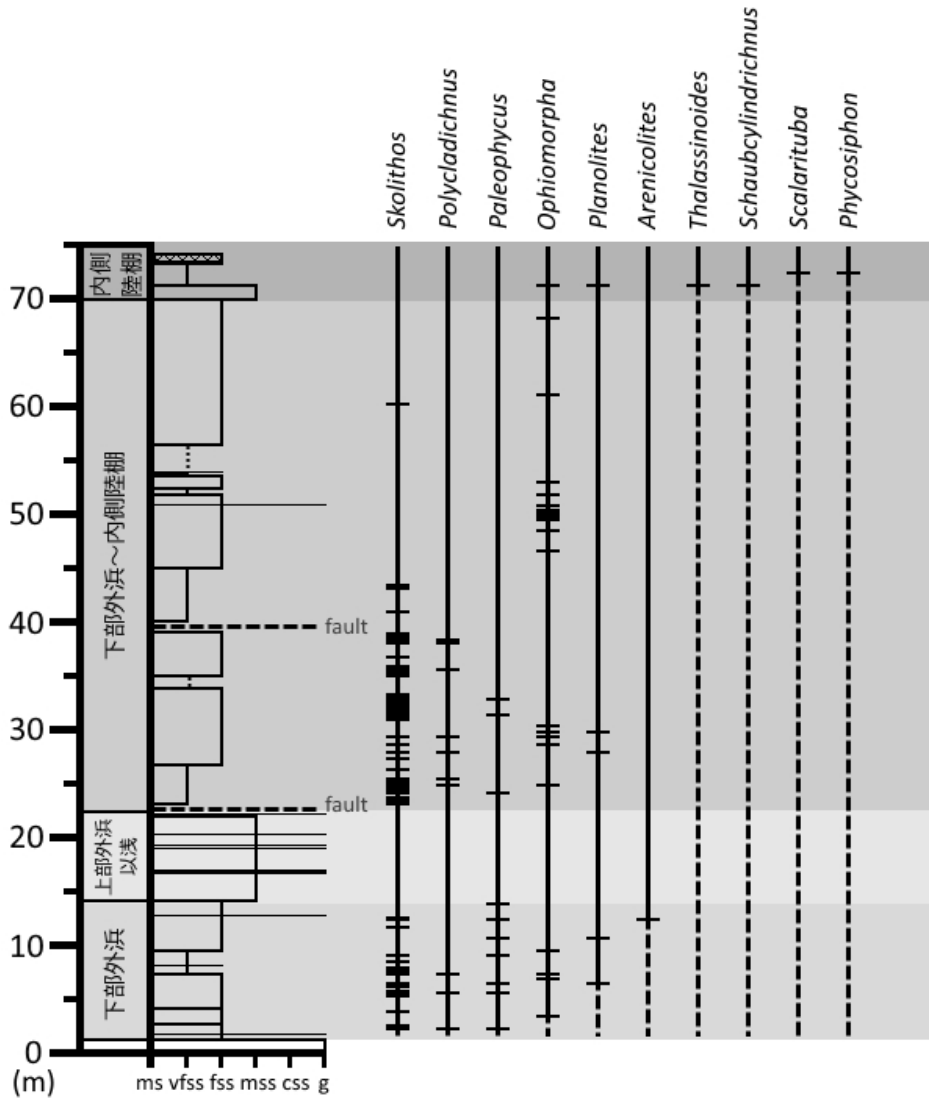


図15 下部国丹層の生痕化石の産出層準をまとめたもの。

数値は見かけの層厚を示す。ms：泥岩，vfss：極細粒砂岩，fss：細粒砂岩，mss：中粒砂岩，css：粗粒砂岩，g：礫岩

巢穴を形成して生息していた可能性が示唆される。

また、内側陸棚で堆積したと考えられる上部層においては、泥質極細粒砂岩層では *Scalarituba* や *Phycosiphon* が産出し、中粒砂岩層からは *Thalassinoides* や *Schaubcylindrichnus* が見られたが、こうした産状も同様に底質の影響を大きく受けていると考えられる。すなわち、当時の内側陸棚において泥質極細粒砂が堆積する環境下では deposit feeder による活動が活発であったために移動摂食痕 (*Scalarituba* や *Phycosiphon*) が主に形成されたが、ストームイベントによって粒度の粗い中粒砂が運搬された時には、中粒砂を好んで巢穴を形成する底生動物の活動が活発化し、*Thalassinoides* や *Schaubcylindrichnus* が形成された可

能性がある。

一方で、下部の中粒砂岩層では生痕化石が産出しなかったが、これは堆積時の波浪の影響が強い上部外浜以浅の環境下であったと考えられるため、底生動物にとってストレスの強い環境であり、動物活動自体があまり活発でなかったか、あるいは頻繁な浸食等によって生痕化石が地層中に保存されにくかったためかもしれない。

また、下部国丹層全体を通して産出する生痕化石集団は、Pemberton ほか (1992) によって報告されたアメリカ合衆国ユタ州東部に分布する上部白亜系 Blackhawk 層で見られる下部外浜近位堆積物層から産出する生痕化石集団に類似している。そのため、

Pemberton ほか (1992) の区分に従うと, 下部国丹層の生痕化石相は *Skolithos-Cruziana* 混合相 (Mixed *Skolithos-Cruziana* ichnofacies) であると言える。

引用文献

Ando H (1997) Apparent stacking patterns of depositional sequences in the Upper Cretaceous shallow-marine to fluvial successions, Northeast Japan. *The memoirs of the Geological Society of Japan* 48: 43-59.

Futakami M, Kawakami T, Obata I (1987) Santonian texanite ammonites from the Kuji Group, Northeast Japan. *Bulletin of the Iwate Prefectural Museum* 5: 103-112.

Gaillard C & Racheboeuf P R (2006) Trace Fossils from Nearshore to Offshore Environments: Lower Devonian of Bolivia. *Journal of Paleontology* 80: 1205-1226.

川上雄司・照井一明・長谷川善和・大石雅之 (1985) 北上山地北東縁部, 上部白亜系久慈層群産モササウルス類歯化石. 岩手県立博物館研究報告 3: 133-142.

木村靖幸・鮎沢潤・佐々木和久 (2005) 岩手県久慈地域に分布する琥珀胚胎層の堆積環境と続成. 福岡大学理学集報 35: 31-40.

Minoura K & Yamauchi H (1989) Upper Cretaceous-Paleogene Kuji basin of northeast Japan: Tectonic controls on strike-slip basin sedimentation. In Taira, A. and Matsuda, F eds., *Sedimentary facies in the Active Plate Margin.*, Terra Scientific Publishing Company (TERRAPUB), 633-658.

Pemberton G, Wagoner J C V, Wach G D (1992) Ichnofacies of a wave-dominated shoreline. *SEPM Core workshop*, 17: 339-382.

佐々保雄 (1933) 岩手縣久慈地方の地質に就いて (其一). 地質学雑誌 39: 401-430.

島津光夫・寺岡易司 (1962) 5 万分の 1 地質図幅説明書 陸中野田. 地質調査所, pp.29-36.

照井一明 (1986) 岩手県久慈地方の上部白亜系及び古第三系の堆積学的研究. 野田村地質報告書 152p.

照井一明・岩手県立種市高等学校地学班 (1981) 久慈炭田地域の堆積環境. 第 24 回日本学生科学賞選集 58-63.

照井一明・長浜春夫 (1986) 北上山地北部, 久慈地方の上部白亜系・古第三系の砕屑物の供給源と堆積. 北上 信教授記念地質学論文集 545-570.

照井一明・長浜春夫 (1995) 上部白亜系久慈層群の堆積層とシーケンス. 地質学論集 45: 238-249.

梅津慶太・平山廉・菌田哲平・高嶋礼詩 (2013) 岩手県に分布する白亜系宮古層群および久慈層群の浅海～非浅海堆積物と後期白亜紀陸生脊椎動物群. 地質学雑誌 119: 82-95.

梅津慶太・栗田裕司 (2007) 岩手県北東部, 上部白亜系久慈層群の花化石層序と年代. 石油技術境界誌 72: 215-223.

Yagishita K (1994) Planar cross-bedding associated with rip currents of Upper Cretaceous formations, northeast Japan. *Sedimentary Geology* 93: 155-163.

八木下晃司・杉山了三 (1996) 上部白亜系久慈層群(種市層)と漸新統野田層群の堆積環境. 日本地質学会第 103 年学術大会 見学旅行案内書 12: 1-12.

吉田尚・吉井守正・片田正人・田中啓策・坂本亨・佐藤博之 (1987) 陸中大野地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, pp.22-33.

要 旨

岩手県野田村米田海岸に露出する上部白亜系久慈層群下部国丹層から産出する生痕化石の調査を行った。その結果, 下部国丹層の下部外浜～内側陸棚の堆積物から 10 種類の生痕化石の産出が確認された。 *Skolithos* や *Polycradichnus*, *Ophiomorpha* などのいくつかの生痕化石の産状は, 当時の底生動物が堆積環境や底質の影響を受けていたことを示唆していた。また, 下部国丹層の生痕化石相は *Skolithos-Cruziana* 混合相を示す。

キーワード : 生痕化石, 古生態, 国丹層, 久慈層群, 白亜紀