

鹿児島県屋久島の四万十累層群から生痕化石 *Zoophycos* の発見

桑水流 淳二*

Discovery of *Zoophycos* fossils from the Shimanto Supergroup in Yakushima Island, Kagoshima Prefecture, Japan

Junji KUWAZURU

1 はじめに

屋久島に分布する基盤堆積岩類は、四万十累層群に属し、隣接する種子島の基盤岩熊毛層群に似た、擾乱の激しい堆積岩類からなる。今回、この堆積岩類から生痕化石である *Zoophycos* がほぼ完全な形で、そして密集して発見された。*Zoophycos* がこのような産状で発見されることは極めてまれで非常に貴重であることから、その記載を行い、堆積環境について考察を行う。

今回発見された *Zoophycos* は、2003年1月25日に上屋久町宮之浦の海岸で、中川正二郎氏（上屋久町在住）によって発見されたものである。本調査を進めるにあたり、上屋久町教育委員会には調査に関して便宜を図って頂いた。宮崎県立都城ろう学校の青山尚友氏には生痕化石について数々の有益なご指導を頂いた。また、元川崎地質株式会社の永津めぐみ氏には当地の地質調査に協力して頂いた。以上の方々に深く感謝の意を表す。

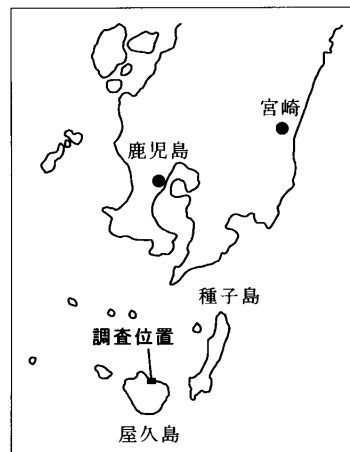


図1 調査位置図

2 地質概要

屋久島の基盤岩類は、Hanzawa (1935) による琉球列島の地形地質に関する研究の中で、初めてその概要が明らかにされ、その後橋本 (1956) によって、層序と地質構造の詳細が報告されている。また長浜・坂井 (1972) や佐藤・長浜 (1979) などによる報告がある。基盤岩類の化石に関しては、斎藤ほか (2006) が始新世と考えられる放散虫化石群集を報告している。

屋久島の基盤岩類は、島の大部分を構成する花崗岩の岩株に貫かれているため、島の周辺部にみられる。*Zoophycos* が発見された宮之浦の海岸付

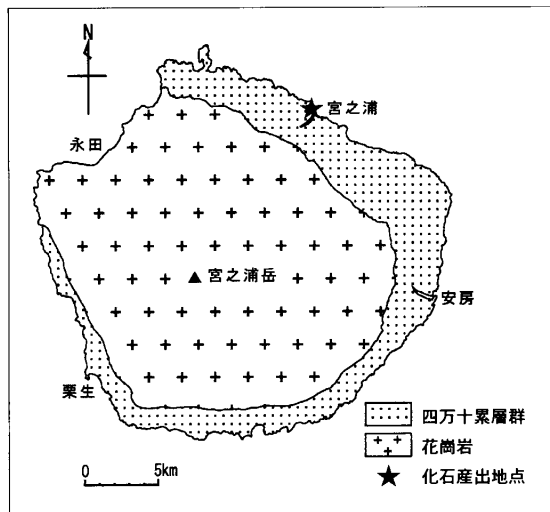


図2 化石産出地点

* 〒892-0853：鹿児島市城山町1-1 鹿児島県立博物館

近では砂岩泥岩互層を主とし、しばしば厚層砂岩や泥岩が挟在する。砂岩は一般に灰色で、中粒である。厚さは数cm～数十cmで、砂岩単層の下面にはロードキャストやフルートキャストなどの底痕がごく普通にみられる。また、上部には平行葉理、斜交葉理、コンボルト葉理などが多数みられ、上面にはごくまれにカレントリップルマールがみられる。泥岩は黒～黒灰色で、一般に葉理がみられる。厚さは数cm～数mである。

3 Zoophycos について

Zoophycos は、スプライトと呼ばれる「こうもり傘」状の構造物が、傘の「柄」にあたる中心軸に串刺しにされたように何段も重なるという、極めて特異な三次元構造をもつことで知られている生痕化石である。

この化石の基本形態は、層理面にほぼ垂直に伸びる一本の中心軸 (axial tunnel) と、その周りを螺旋状に取り巻くシート状のスプライト (spreite) からなる。スプライト内部には、中心軸から放射状に伸びる主ラメラ (major lamella)、および隣り合う二本の主ラメラを連結する副ラメラ (minor lamella) という 2 種類の線構造が認められ、これらの線構造は、形成者の排出物であるペレットが線状に濃集して形成されることが多い。スプライトの外縁はチューブ状の構造 (marginal tube) によって縁取りされる (図 3)。

この化石は深海底に棲んでいた動物の摂食・排泄行動の結果できたものではないかと考えられている (小竹, 1997)。Zoophycos 化石は、世界では、アメリカ、ニュージーランド、フランス、スペインなどからの報告があり、また約 6 億年前の地層からもみつがっている。日本でも各地から報告されているが、断片的なものが多く、全体の形を残すものは極めて少ない。

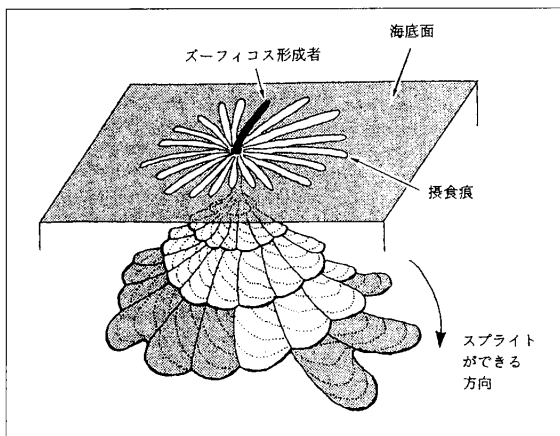


図 3 堆積物中の Zoophycos と形成者の

摂食行動の想像図 (小竹, 1997)

形成者は海底面上にたまったデトリタスを食べ、海底面下の堆積物中に排泄物を規則的に詰め込むことで、スプライトを形成したと考えられる。形成者が巣穴の周囲を食べながら 1 周する間に、海底面下では 1 巻き分のスプライト (網かけ部) が形成されると考えられる。

4 生痕化石の記載

生痕化石が発見された周辺には主に砂岩泥岩互層が分布している。下位から上位へ泥岩および泥岩優勢互層～砂岩泥岩等量互層～砂岩優勢互層～厚層砂岩へと層相変化が認められる。砂岩泥岩等量互層や砂岩優勢互層には、フルートマーク、リップルマーク、平行ラミナなどの堆積構造が発達している。生痕化石は、主に泥岩、泥岩優勢互層、砂岩泥岩等量互層から産出した (図 4)。今回発見された Zoophycos および調査に伴って産出した生痕化石の特徴を記載する。

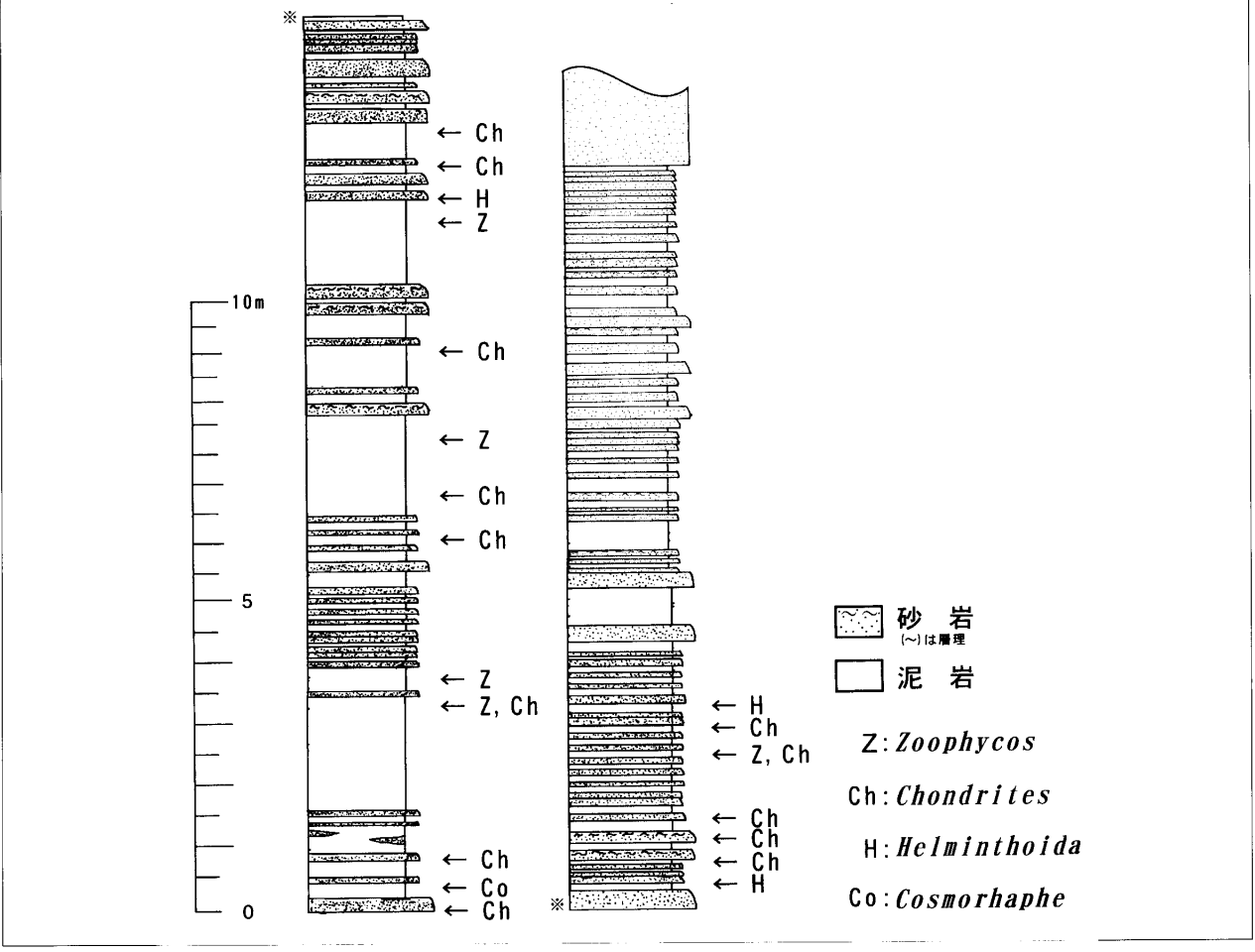


図4 生痕化石産出層地質柱状図

(1) Ichnogenus *Zoophycos* Massalongo, 1885

Zoophycos ichnosp.

螺旋状に広がるシート状のスプライト構造である。スプライトの直径は数cm~最大約1mと変化が大きい。以下、今回観察された最大径を持つもの(図5)についてその特徴を述べる。

この化石は、細粒砂岩層の上面にみられ、ほぼ層理面に平行に産出している。2巻き分のスプライトがみられ、その直径は105cmで、厚さは6~10mmである。中心部に高さ2cm、直径約3cmの凸部からなる中心軸があり、内部は細粒砂岩で充填されている(図6)。スプライトの表面には、中心軸から放射状に伸びる線構造(minor lamella)がみられ、その末端部付近は湾曲している。この線構造は大きさが2mm×1mmほどの石英粒などが配列してできている(図7)。線構造の重なりや2巻き分のスプライトの重なりなどから、このスプライトは右回りにより深部へと形成されたことが分かる。スプライトの外縁(marginal tube)は約1cmの幅で縁取られ、赤褐色に風化している(図8)。

このような特徴を持つ *Zoophycos* が横(走行方向)約30m、高さ約4m、層厚約40cmの間に30個ほど確認できる(図9)。



図5 *Zoophycos ichnosp.* (全体)

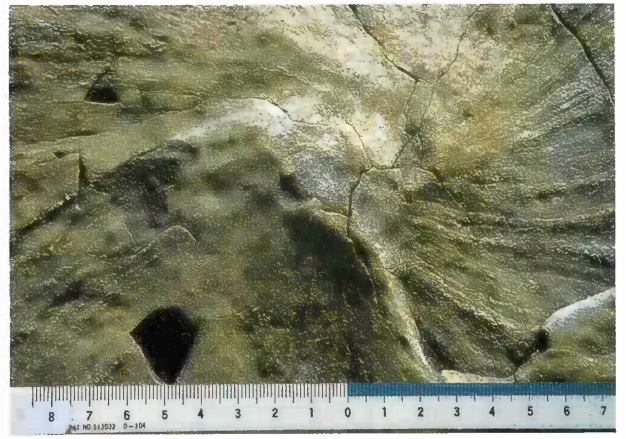


図6 *Zoophycos ichnosp.* (中心部)

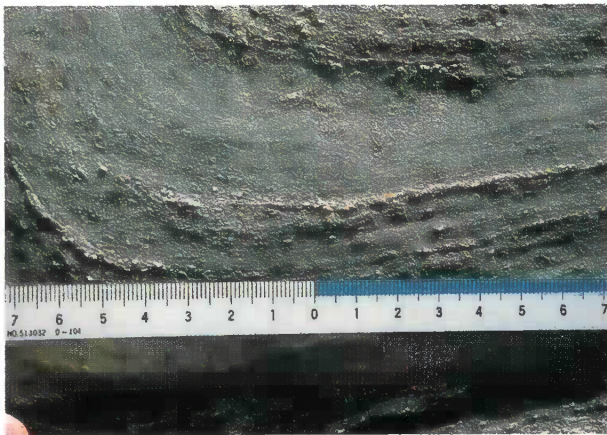


図7 *Zoophycos ichnosp.* (ラメラ)

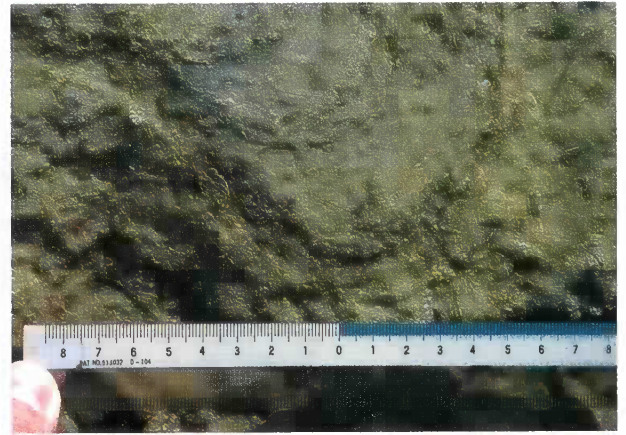


図8 *Zoophycos ichnosp.* (スプライトの外縁)

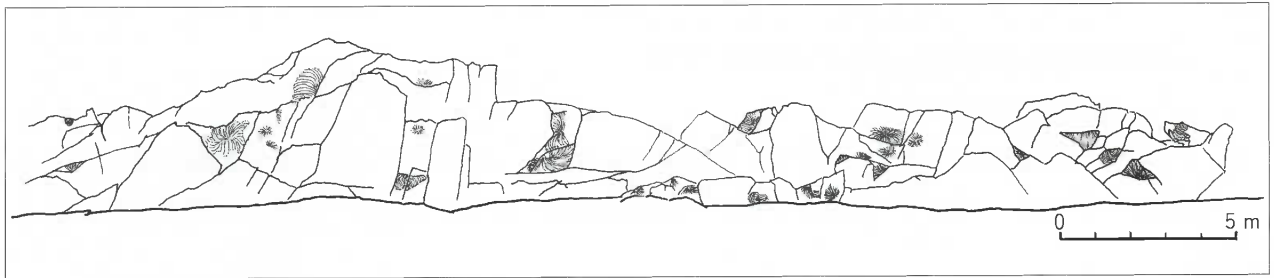


図9 *Zoophycos ichnosp.* の分布

(2) Ichnogenus *Chondrites* von Sternberg, 1833

Chondrites ichnosp.

ほぼ同じ直径で規則的な枝分かれ状の構造である。管の直径が数mm～1 cm以上に達するものや直径が1 mmにも満たないものもある。枝状の広がり、露頭で観察される限りにおいて長さ数cm～10 cmである。化石は細粒砂岩層の上面にみられるものや下面にみられるものがあり、層理面に対して斜交するものもある。管の表面は滑らかで、内部が上位にある泥岩層と類似の泥岩で充填されているものもある。



図10 放射状をした *Chondrites ichnosp.*

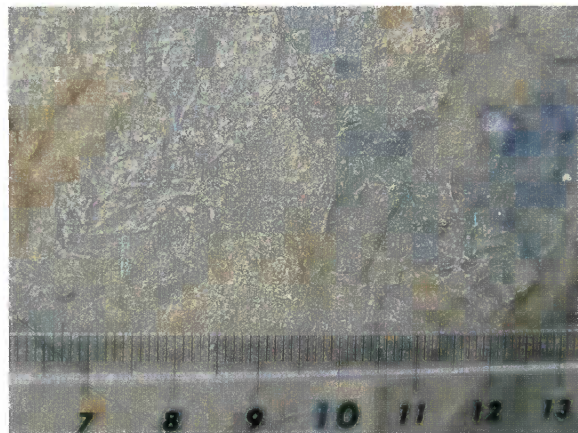


図11 小型の *Chondrites ichnosp.*

(3) Ichnogenus *Helminthoida* Schafhaulte, 1851

Helminthoida ichnosp.

一定の長さでほぼ平行に屈曲をくり返す管状の構造である。屈曲するまでの長さが2～3 cmの小型（図12）のものと6～10 cmの大型（図13）のものがある。小型の管の直径は約1 mmで、約5 mmの間隔をおいて屈曲している。大型の管の直径は3～4 mmで、幅5～15 mmの間隔をおいて屈曲している。化石は細粒砂岩層の底面にみられ、層理面に平行に産出する。管の断面は、円に近い楕円形を成し、砂岩層底面から半分以上を浮き彫り状に突き出している。表面は滑らかで、内部は細粒砂岩によって充填されている。



図12 小型の *Helminthoida ichnosp.*



図13 大型の *Helminthoida ichnosp.*

(4) Ichnogenus *Cosmorhappe* Fuchs, 1895

Cosmorhappe ichnosp.

ほぼ均一的な直径を持つ管状の構造で不規則に湾曲し、枝分かれはしない。*Helminthoida* に比べてさらに複雑な蛇行ループを描く。化石は粗粒な泥岩の上面に凹状でみられ、層理面に平行に密集して産出する。

図14 *Cosmorhappe ichnosp.*



(5) Ichnogenus *Spirorhaphe* Fuchs, 1895

Spirorhaphe ichnosp.

螺旋状に巻く管状の構造で、1個体だけ転石から産出した。管の直径は約3mmで、管と管の間隔は3~8mmである。螺旋の短径は10cm、長径は15cmである。化石は泥岩層の層理面に平行に産出する。保存状態が悪く、中心部の模様や表面の様子は不明である。

5 考察

今回発見された *Zoophycos* および調査に伴って産出した生痕化石よりこれらの生痕化石を含む地層の堆積環境を考察する。

Zoophycos は2000m以深に生息する深海性ユムシ類の摂食・排泄に関与した構造と言われ、海底面で摂食したデトリタスが底質中で排泄する糞粒（糞粒のラミナを形成）であると考えられている（小谷, 1990）。また、*Chondrites* の放射状にのびるトンネル構造も *Zoophycos* と同様に深海底にすむ生物の摂食・排泄に関与してできたものと考えられている（小谷, 1990）。

Spirorhaphe は、これまで知られている生痕化石の中で最も深い生息深度を示す生痕化石属の一つであり、形成動物である腸鰓類のギボシの仲間（3000m以深に生息）の食い歩き痕とされている（Heezen and Hollister, 1971）。

Pemberton ほか（1992）は、生息環境、深度環境に応じて認められる生痕相区分とその代表的生痕化石属を図15のように示している。これによると、*Zoophycos* は *Zoophycos* 生痕化石相に属し、漸深海帯の深度環境を示している。また、*Spirorhaphe*, *Helminthoida* および *Cosmorhaphe* は *Nereites* 生痕化石相に属し、深海帯の深度環境を示している。

このように今回発見された *Zoophycos* および調査に伴って産出した生痕化石は、深海帯に生息する生物によって形成されたものと考えられ、これらの生痕化石を含む地層は漸深海帯~深海帯の環境において堆積したものと考えられる。

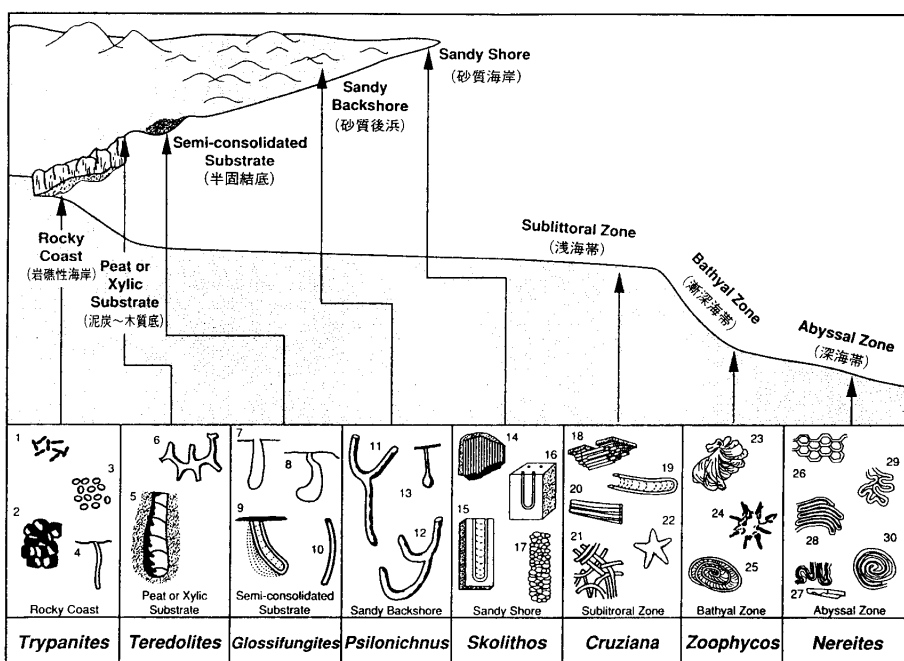


図15 海棲生痕相 (marine ichnofasies) の海洋環境との関係概略図 (Pemberton ほか, 1992)

<i>Trypanites</i> Ichnofacies	1) <i>Caulostrepsis</i> ; 2) <i>Entobia</i> ; 3) <i>echinoid borings</i> ; 4) <i>Trypanites</i> .
<i>Teredolites</i> Ichnofacies	5) <i>Teredolites</i> ; 6) <i>Thalassinoides</i> .
<i>Scyonia</i> Ichnofacies	7, 8) <i>Gastrochaenolites</i> or related genera; 9) <i>Diplocraterion</i> (<i>Glossifungites</i>); 10) <i>Skolithos</i> .
<i>Psilonichnus</i> Ichnofacies	11, 12) <i>Psilonichnus</i> ; 13) <i>Macanopsis</i> .
<i>Skolithos</i> Ichnofacies	14) <i>Skolithos</i> ; 15) <i>Diplocraterion</i> ; 16) <i>Arenicolites</i> ; 17) <i>Ophiomorpha</i> .
<i>Cruziana</i> Ichnofacies	18) <i>Phycodes</i> ; 19) <i>Rhizocorallium</i> ; 20) <i>Teichichnus</i> ; 21) <i>Planolites</i> ; 22) <i>Asteriacites</i> .
<i>Zoophycos</i> Ichnofacies	23) <i>Zoophycos</i> ; 24) <i>Lorenzina</i> ; 25) <i>Zoophycos</i> .
<i>Nereites</i> Ichnofacies	26) <i>Paleodictyon</i> ; 27) <i>Taphrhelminthopsis</i> ; 28) <i>Helminthoida</i> ; 29) <i>Cosmorhaphe</i> ; 30) <i>Spirorhaphe</i> .

6 まとめと今後の課題

鹿児島県屋久島の四万十累層群から生痕化石である *Zoophycos* が、ほぼ完全な形で、そして密集して発見され、その記載を行った。

発見された *Zoophycos* は細粒砂岩層の上面にみられ、螺旋状に広がるシート状のスプライト構造をしている。このうち最大径のものは2巻き分のスプライトがみられ、その直径は105 cmで、厚さは6~10mmである。中心軸から放射状に伸びる線構造 (minor lamella) がみられ、大きさが2 mm × 1 mmほどの石英粒などが配列してできている。スプライトの外縁 (marginal tube) は約1 cmの幅で縁取られ、赤褐色に風化している。このような特徴を持つ *Zoophycos* が横 (走行方向) 約30m, 高さ約4 m, 層厚約40cmの間に30個ほど確認できた。

今回発見された *Zoophycos* のほか深海型生痕化石である *Chondrites*, *Helminthoida*, *Cosmorhaphe*, *Spirorhaphe* も産出し、これらの生痕化石を含む地層は漸深海帯~深海帯の環境において堆積したものと考えられる。

屋久島に隣接する種子島の基盤岩熊毛層群からも多くの生痕化石が報告されている (Hayasaka *et al.*, 1980)。また、宮崎県日南市に分布する古第三系日南層群からは *Nereites* タイプの生痕化石が見つまっている (青山, 2003)。今後、これら他地域の生痕化石を含む地質体との比較を行い、堆積学的観点から研究することが必要と思われる。

引用・参考文献

- 青山尚友, 2003, 古第三系日南層群産 *Nereites* タイプの生痕化石. 宮崎県総合博物館研究紀要, 24, p.62-69.
- Hanzawa, S., 1935, Topography and geology of the Riukiu Islands. *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, Ser. 2, (geol.), 17, p.1-61.

- 橋元 勇, 1956, 屋久島の時代未詳層群の層序とその地質構造および種子島西部の熊毛層群に関する 1, 2 の事実. 九大教養地学研究報告, 2, p.23-34.
- 橋元 勇, 1962, 九州南部における時代未詳層群研究の総括. 九大教養地学研究報告, 9, p.13-69
- Hayasaka,S.,Fukuda,Y.and Hayama,A., 1980, Discovery of molluscan fossils and the paleoenvironmental aspects of the Kumage Group, in Tane-ga-shima, South Kyushu, Japan, *Prof. Saburo Kanno Mem.*, Vol., p.59-70.
- Heezen,B.C. and Hollister,D.C., 1971, *The Face of Deep*. 659p., Oxford University Press, New York.
- 小谷信宏, 1990, 生痕化石 *Chondrites* および *Zoophycos* をつくる生物群の摂食・排せつ様式. 地質学雑誌, 96, 10, p.859-868.
- 小谷信宏, 1997 b, 生痕化石からわかる深海生物の生態. 遺伝, 51, 7, p.22-27.
- 長浜春夫・坂井 卓, 1972, 鹿児島県屋久島の四万十累層群の堆積構造. 地調月報, 23, 2, p.446-455.
- 野田浩司, 1994, 日本産生痕化石研究への序説, 294p., 洛思社.
- 斎藤 真・川上俊介・小笠原正継, 2006, 屋久島の四万十帯付加体から古第三紀放散虫化石の発見. 日本地質学会第113年学術大会講演要旨, p.58.
- 佐藤埜生・長浜春夫, 1979, 屋久島西南部地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分に 1 図幅), 地質調査所, 47p..