

SEMによるイシマテガイ (*Lithophaga (Leisolenus) curta* (Lischke)) の殻表・巣穴の石灰沈着物中に穿孔する藻類の観察

福田 芳生*

I. はじめに

珪藻を除く海生藻類の大部分のものは、底質表面に露出する岩盤や礫、貝類の殻体に付着することによって体を固定し、炭酸同化作用を営み生活する。このような藻類の一部のものに、発育過程の一時期岩石や貝殻に穿孔するものや、終生穿孔生活を送るものがあることが知られている。それらを穿孔性藻類 (boring algae or endolithic algae) と呼ぶ。穿孔性藻類はいずれも顕微鏡的なものであり、酸による化学的な処理や合成樹脂による鋳型標本を作製するなどの煩わしい操作を経なくては、通常の光学顕微鏡を使用する限りにおいて、容易にその本体を観察し得ないのが実情である。

1970年代に入って、走査型電子顕微鏡が各地の調査・研究機関において広く使用されるようになった。この走査型電子顕微鏡を用いることによって、岩石あるいは生物由来の鉱物 (biogenetic minerals) 中の穿孔性藻類について、その本体及び穿孔痕を容易に観察することが可能となった。穿孔性藻類について調べることは、従来のマクロの生痕に対してミクロの生痕とも言うべきもので、古生物学のみならず現生種の領域においても寄与する所が大きく、今後の発展が期待される分野と言うことができる。

そこで、以下に走査型電子顕微鏡による穿孔性藻類の観察結果について報告することにする。

II. 材料及び方法

電顕的な観察に供した試料は、1) - 1980年7月中旬、房総半島の東京湾岸の湾口に近い安房勝山の泥岩よりなる岩礁地帯で採集したイシマテガイ (*Lithophaga (Leisolenus) curta* (Lischke)), 2) - 館山市の北条海岸に分布する隆起岩礁中に高密度で分布するイシマテガイによる巣穴開口部の石灰壁、である。

イシマテガイは泥岩からなる岩盤中に形成された巣

穴を、タガネで破壊して採集した。北条海岸のイシマテガイによる巣穴の石灰壁は、イシマテガイと同様、タガネによって一部を剝離し試料とした。

イシマテガイは採集後、直ちに10%ホルマリン溶液に投入し固定した。研究室に持ち帰って計測の後、イシマテガイの殻皮表面に沈着したアラレ石からなる石灰質の被覆物を、解剖針を用いて10×10mmの大きさに剝離した。北条海岸で得たイシマテガイの巣穴開口部の石灰壁は、軟X線による撮影の後、10×15mmの大きさに細断した。また、光学顕微鏡による撮影も実施した。

イシマテガイの殻表より剝離した試料は、70%アルコールに移し、順次濃度を上げ、その最終段階において、臨界点乾燥装置 (日立製HCP-II型) により脱水を完全なものとした。それらの試料はイオンコーターIB3型 (エイコーエンジニアリング製) を用い金をコーティングした後、走査型電子顕微鏡 (日立製S-450型) による観察と写真撮影に供した。その時の加速電圧は20kVである。

III. 観察結果

A. イシマテガイの殻皮表面の石灰沈着物

イシマテガイ (*Lithophaga (Leisolenus) curta* (Lischke)) は、殻長約50~60mm、重量3~6.5gにわたる3個体であり、生殖腺は雌雄とも成熟状態にあった。濃褐色の光沢を帯びたイシマテガイの厚いコンキオリン質の殻皮上側に、表面粗雑なアラレ石からなる灰白色の被覆 (石灰沈着物) が存在する。この石灰沈着物の厚さは平均100~200 μ mある。

イシマテガイ殻体の巣穴開口部に近い殻後端では、石灰沈着物を貫通する屈曲した走行を示す小孔が密に分布する。小孔の断面は円型であり、直径2 μ m前後の値を有する。それらの小孔は、いずれも殻表に開口部を持つ。表面に近いものは石灰沈着物に平行に、深部では垂直に走行する傾向を示す。

Yoshio Fukuda : SEM observation on the boring algae in the calcareous deposition of outer surface of shell and next wall of *Lithophaga (Leisolenus) curta* (Lischke)

* 千葉県衛生研究所 千葉市仁戸名町 666 - 2 (〒280)

それらの小孔内部に、 $7.5\mu\text{m}$ の間隔で配列する明瞭な節状構造を持つ糸状の生物体が観察される(図1~4)。この生物体の断面は円型を呈し、小孔の直径とほぼ等しい太さを持ち、ほとんど分岐しない。糸状の生物体表面は、平滑なものから、表層に粗粒な石灰質の薄層を持つものなど変化に富む(図5~6)。表面平滑なものの小孔内壁には、横走する不規則な低い隆起が観察される(図3の矢印)。石灰質の薄層を伴うものでは、上述の隆起は認められない。

B. イシマテガイの巣穴開口部の石灰壁

館山市北条の隆起海岸では、そこに露出する岩盤中に高密度でイシマテガイによる巣穴が存在する(図7~9)。この巣穴開口部の石灰壁は、 $20\sim 30\text{mm}$ ほど外方に突出する。開口部は円型であり、直径 25mm の大きさを持つ。石灰壁は一方側が厚さ $2\sim 3\text{mm}$ であり、他の部分では2倍以上の厚さを示す。この差異は、巣穴の内部にかつて生息していたイシマテガイの位置によっている。常に殻体の背側では厚く、足糸を突出させる腹側では薄い。壁構造はイシマテガイの殻表の石灰沈着物と同様、放射状稜柱層(radiated prismatic structure)よりなる。

この巣穴開口部の石灰壁が外方に突出するのは、壁そのものが母岩より硬度が高いこと、化学的な侵蝕に対してより安定であることに原因している。

穿孔性海綿(*Cliona* sp.)による直径 0.5mm 前後の小孔が多数認められる(図10~12)。これは、イシマテガイの死後に*Cliona* sp.による侵襲を受けた可能性が高い。石灰壁の一部のものに、*Cliona* sp.による侵襲のため半ば崩壊状態にあるものもある(図9の矢印)。走査型電子顕微鏡による観察では、石灰壁の基質を貫く直径 $2\mu\text{m}$ 前後の断面円型を呈する小孔が観察される(図13~15)。それらの小孔は、石灰壁内表面にほぼ平行に走る。小孔は石灰壁表層付近で密度が高くなる。この穿孔密度はまた、壁深部においても高

い部分が観察され(図16~18)、周期性を有する。*Cliona* sp.とは共存しない。小孔の内側には、穿孔主と考えられる生物体は認め得ない。しかし、その形状は先述のイシマテガイ殻表の石灰沈着物中に観察された小孔群と類似している。

IV. 考 察

イシマテガイの殻皮表面の石灰沈着物中に観察された小孔群は、その内部に規則的な節状構造を持つ糸状の生物体が認められることから、その穿孔活動によって形成されたことを示している。

潮間帯の上層及び中層に分布するアマノリ属の*Porphyra*では、水温の上昇する夏期に貝殻などの石灰質の基質中に穿孔することが知られており、このアマノリ属の穿孔過程にあるものを特に*Conchocelis*と呼ぶ(Drew, 1949, 1954, 1958)。*Conchocelis*は糸状の植物体である。その形状はイシマテガイの殻皮表面の石灰沈着物中に認められる、糸状構造を有する生物体と類似する。このことから、上述の有節の糸状構造は、ある種の藻類の生活環の一部(*Conchocelis*-stages)に相当するものであることが推定される。

穿孔性藻類の中の*Ostreobium*は体表面に節状構造が存在せず(Pia, 1937)、*Porphyra*のものと異なる(Drew, 1949)。また、糸状の植物体の直径も $2\mu\text{m}$ 前後あり、それは*Porphyra*属のものに近く、先の*Ostreobium*のものが $5\mu\text{m}$ であることから、*Porphyra*属の*Conchocelis*-stageに入る可能性が高い。この*Conchocelis*-stageのものは夏期に形成され、今回の試料の採集時期と一致する。イシマテガイは潮間帯上層に主として穿孔する。この分布の様子は、*Porphyra*属のものに近い。これらの事実は、イシマテガイの殻皮表面の石灰沈着物中に穿孔している生物体は、*Porphyra*属の*Conchocelis*に近縁なものであることを示唆している。

図 版 説 明

図1~4: イシマテガイの殻皮表面を被覆する石灰質の沈着物中に認められる有節の穿孔性藻類・形状から*Porphyra*属の*Conchocelis*-stageのものと考えられる。図3では、穿孔痕の内壁に、横走する線条が観察される(矢印)。

図5~6: 石灰質の薄い被膜に覆われた、沈着物表層付近を穿孔する*Porphyra*属の藻類。これは図1~4のものと同一種である(写真は総べてイシマテガイ殻体のもの。図中のUは μm を示す)。

図7~9: 館山市北条の、隆起海岸に露出する泥岩質の岩盤に残存する、無数のイシマテガイの巣穴。母岩が侵蝕されたため、硬度の高い巣穴開口部の石灰壁

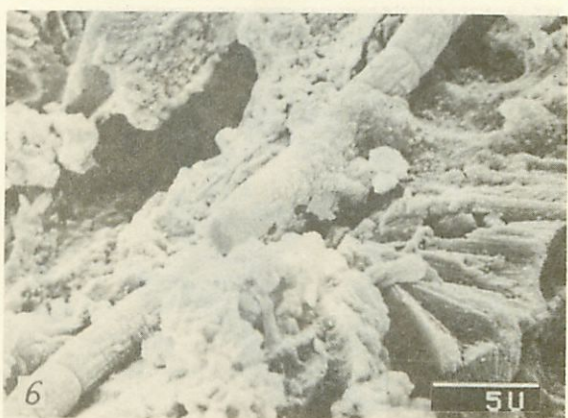
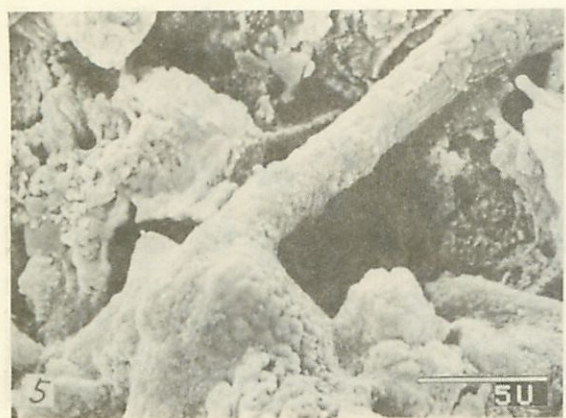
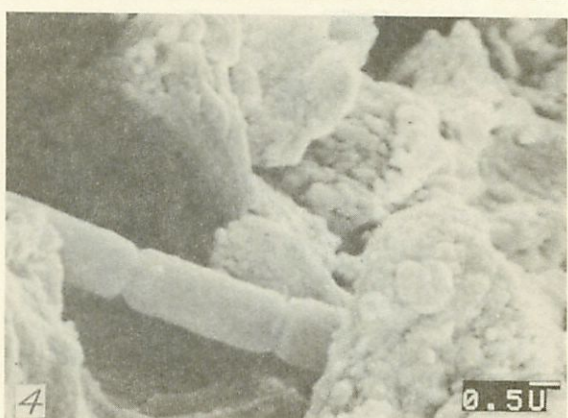
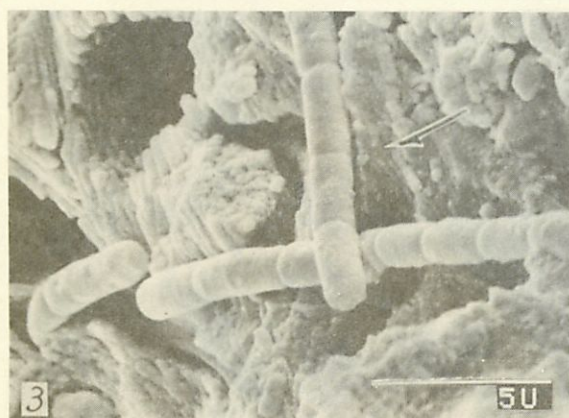
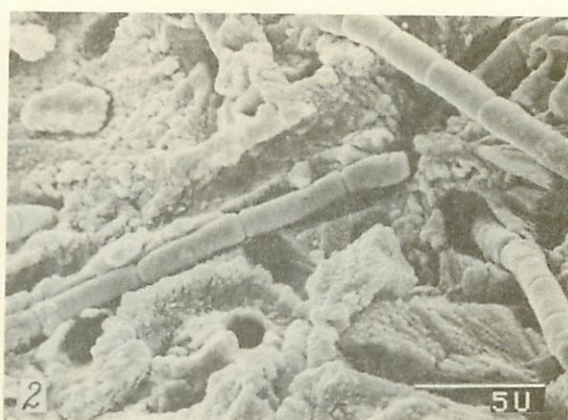
が大きく露出している。図9の矢印は穿孔性海綿(*Cliona* sp.)の侵襲によって、崩壊途上にあるものを示す。

図10~12: 穿孔性海綿(*Cliona* sp.)による円型の穿孔痕を伴う、巣穴開口部の石灰壁を示す光学顕微鏡像(倍率は総べて10倍)。

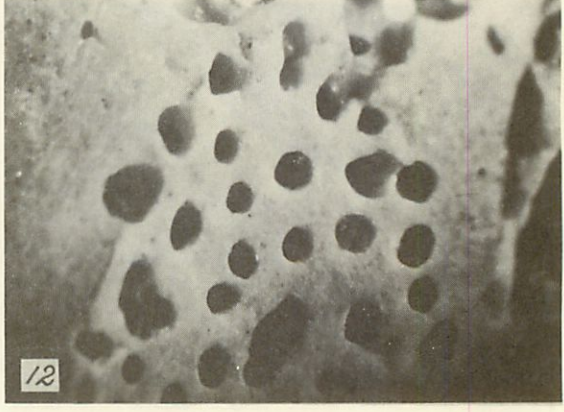
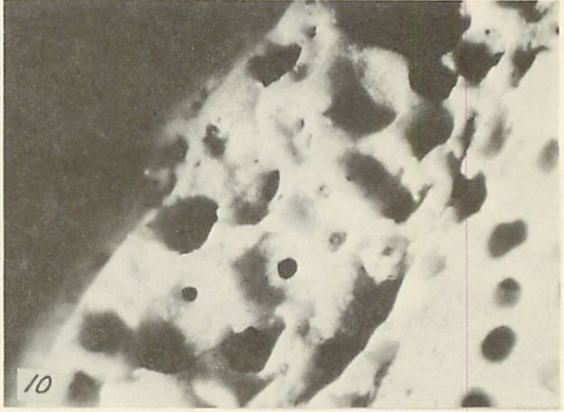
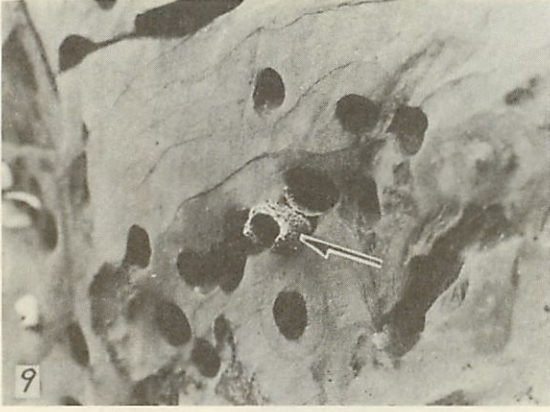
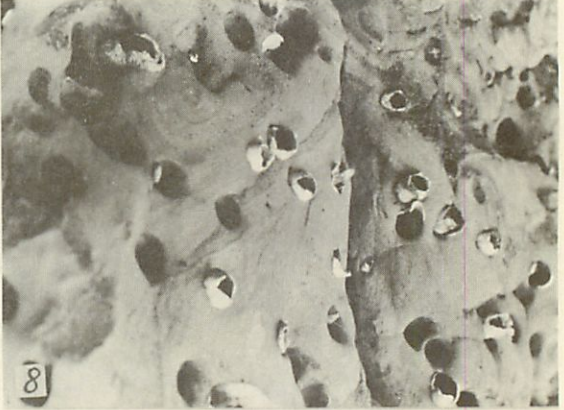
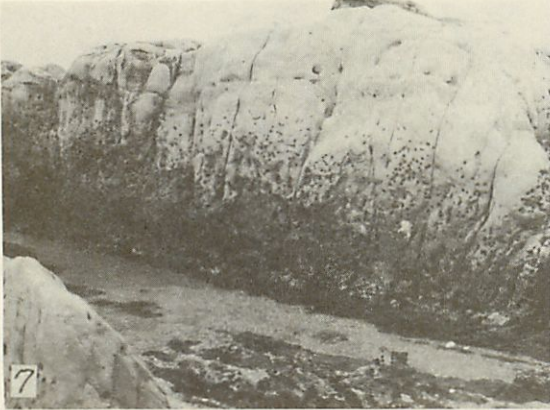
図13~15: イシマテガイの巣穴開口部の石灰壁内側表層付近に観察された小孔群。それらは図1~6のものと同一種の藻類によって形成された可能性が高い。

図16~18: 石灰壁深部に認められた高密度の穿孔痕。この石灰壁は、殻皮表面のものと同様、放射状稜柱層よりなる(図中のUは μm を示す)。

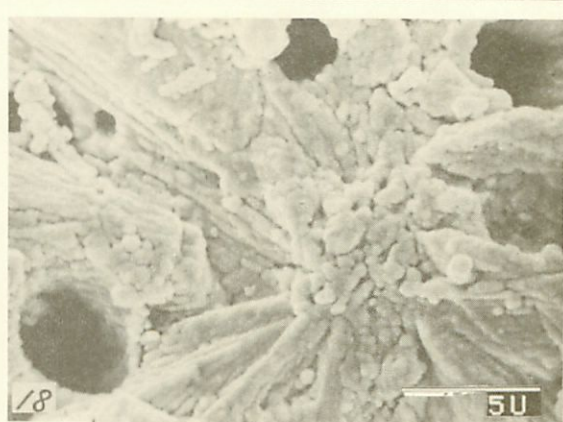
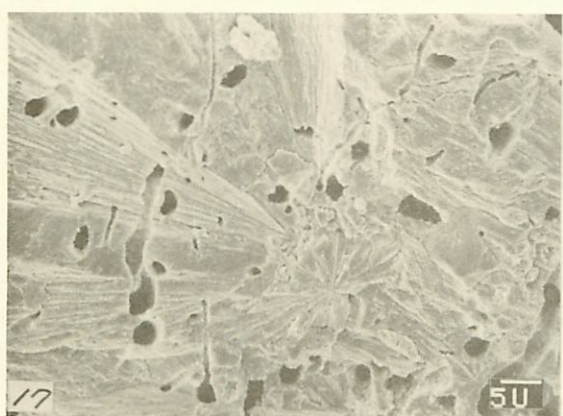
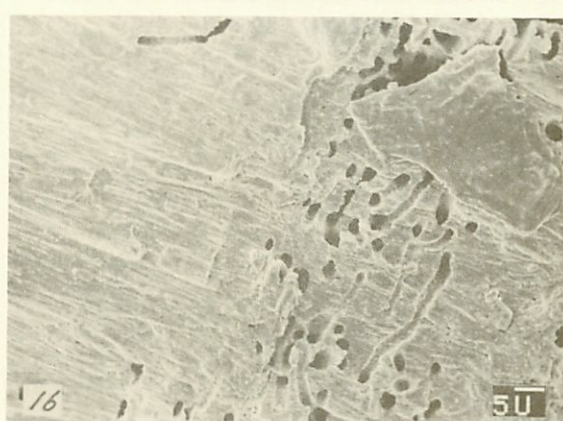
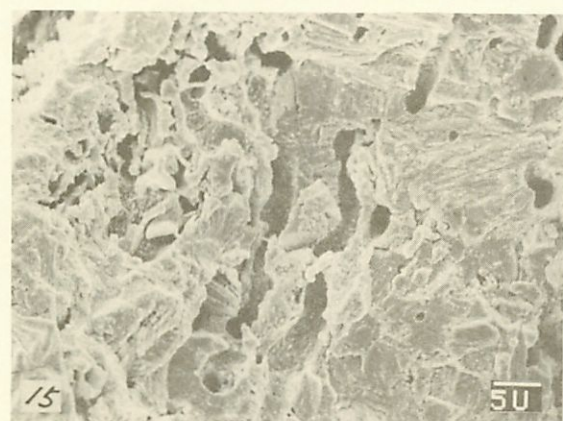
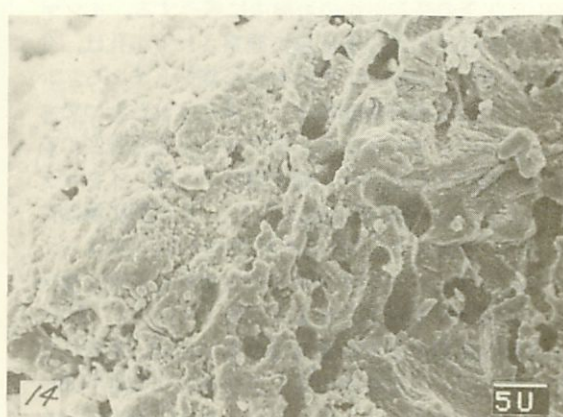
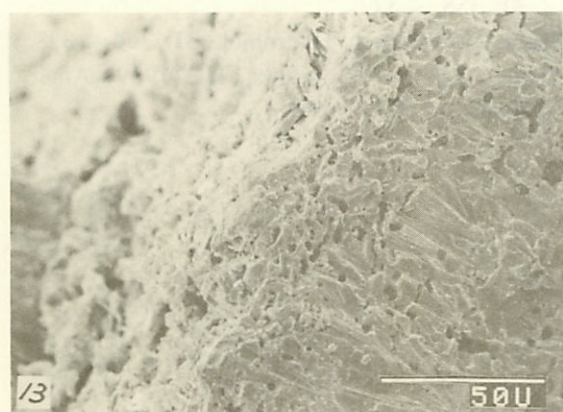
(図版, 福田)



(図版, 福田)



(図版, 福田)



また、石灰質の基質中に穿孔している糸状の生物体において、表面に近いものが石灰質の薄膜で覆われているのは乾燥、日光の強い紫外線、温度・塩分濃度の変化などの影響を最も受け易い潮間帯の生活に適応するための手段と考えられる。

館山市北条の隆起海岸の岩盤中に残存する、イシマテガイの巢穴開口部の石灰壁に観察される小孔は、今迄述べて来た *Porphyra* 属のものに類似している。おそらく、その近縁の藻類によって穿孔されたものであろう。表層ばかりではなく、壁深部にも穿孔密度の高い部分が観察されるのは、壁を構成する際、イシマテガイによるCaの分泌が夏期に低下し その間に藻類に穿孔され、冬期にCaの分泌能が亢進することによって層が厚みを増し、イシマテガイの生息時にそれを覆い尽くす過程を繰り返したことを示唆している。*Porphyra* 属の藻類が石灰の含有量の高い泥岩、貝殻などに穿孔するのは、それが主として化学的な穿孔 (Chemical borings) によっていることを示すものであろう (Travis and Gonsalves, 1969)。

文 献

- Drew, K.M. (1949) Nature, 164: 748 — 749.
——— (1954) J. Agr. Ann. Bot., N.S., 18: 183 — 211.
——— (1958) Stazion Zool. Napoli, Publ., 30: 358 — 372.
Pia, J. (1937) Arch. Hydrobiol., 31: 264 — 328.
Travis, D.F. and Gonsalves, M. (1969) Amer. Zool., 9: 635 — 661.