

## 古病理学への招待

福田 芳生\*

### はじめに

筆者が成田層群産の動物化石に取り組んで以来、もうかれこれ30年近い歳月が経過した。初期の頃は、傷の無い美しい貝の化石を入手することに熱中していたと思う。ところが、傷の無い完全な貝化石を掘り出そうと心掛けていると、どの化石も大なり小なりさまざまな傷を負っていることが分ってきた。

結論は、完全無欠な化石というのは極く稀な存在であって、なんらかの病変を伴っているのが当前なのだとすることである。それからというもの、むしろ病変の痕を止めている化石を積極的に集める方向へと向かった。

そんな時、筆者の畏友、柴田松太郎博士は成田層産のナミガイ (*Panopea japonica*) の殻体表面に残存するさまざまなタイプの傷痕について、その成因を究明するなどの優れた研究成果を挙げつつあった。そればかりか、古代の人類の遺骸に認められる病変に関する知見も、着実に増加しつつあった。それらが刺激となって今回、化石研会誌に“古病理学”の特集を組んではどうかという気運が高まってきた。

そこでこの機会に、筆者も主として成田層群産の無脊椎動物化石で観察し得た病変を例にして、学問として比較的新しい古病理学について解説することを試みた。また、脊椎動物の遺骸に残存する病変についても概説することにした。この特集から、古病理学とはどのような学問なのか、その面白さの一端を御理解頂ければ、今回の企画は成功ということになる。

### 病気の化石にはどのようなものがあるか

まず、化石に認められる病気の痕というのは、それが外骨格、内骨格などのいわゆる硬組織にまで、病理学的な変化の及んでいる場合に限られる（それは古病理学の持つ泣き所というべきか）。例えば、重篤な内臓疾患（急性中毒、内臓破裂を伴う大出血）によって動物が死亡した場合、運よく化石になった時、骨に何等異常が認められないのだから、その遺骸の研究に当たった古生物学者は、その動物が健康体であったと判定す

るだろう。

それは硬組織の病変から、内臓（内臓を包む軟部組織を含む）にもある種の疾病があったと考えることは可能でも、その逆は困難であることを示している。とはいえ、硬組織に残された病理学的な変化を示す化石は、極めて多岐にわたっている。それらは生活の跡を表わしているもので、生痕化石のカテゴリーに含められる。

その病変の原因を究明するには、現生種の無脊椎及び脊椎動物の生理・解剖、生態・病理学などの広範な知識が要求される。その場合、研究対象を絞ることで、かなりの成果を挙げることができる。その成果は、絶滅した動物の古生態を正確に再現するときの、最も重要な情報となる。

さて、硬組織に残された病気の痕跡には、どのような種類があるのだろうか。その主要なものを列挙してみよう。まず外傷によるもの、内臓（内臓を包む軟部組織を含む）の疾病によるもの、寄生性の動物によるもの、発生学的な奇形、環境の影響によるものなどがある。次に、その具体例を挙げてみよう。

### 外傷による病変

図1のaは木下層産のアカニシ (*Rapana thomasi*) に認められた殻口部の再生例である。このアカニシは成体になり頑丈な殻体を有するようになった時点で、殻口部に損傷を負ったものである。

殻の石灰層が強い力で引き剥がされたような傷は、肉食性動物の攻撃によっては容易に形成されない。恐らく暴風によって海がひどく荒れ、アカニシが空中高く放り上げられて、海岸に露出する岩あるいは他の貝殻に勢いよく衝突することによって、殻口部の大部分が消失したのであろう。その後、傷が回復し、殻体の修復がなされたという訳である。

bは上岩橋層産のエゾボラ (*Neptunea polycostata*) の例である。これも殻口部に再生の痕跡（矢印の不規則な波形の線条）を認めることができる。これは大型の肉食性の甲殻類あるいは魚類によって殻口部を破壊

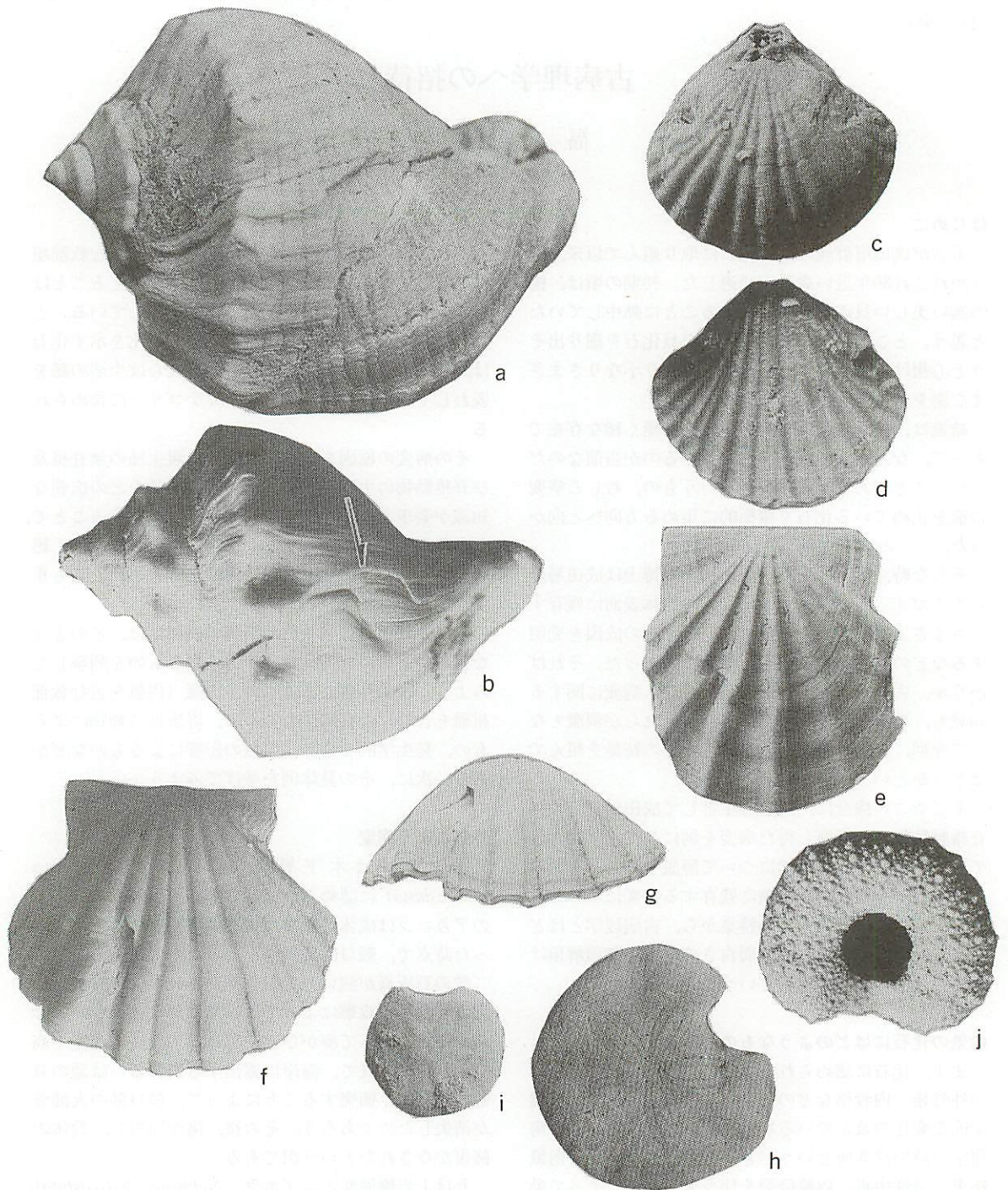


図1 aはアカシシの殻口に認められた再生の痕, bはエゾボラの殻口部の再生の痕(矢印), c~dはタテスジホウズキガイの殻に認められた噛み痕, eはトウキョウホタテの左殻に残存する噛み痕, f~gはイタヤガイの右殻に残存する噛み痕, h, iはハスノハカシバンウニの殻体に残存する噛み痕, jはバファンウニの殻(写真は殻口側)に認められた噛み痕。

されたが、外敵から逃れることに成功し、傷が修復したことを示している。c～dは瀬又層産のタテスジホオズキガイ (*Coptothyris grayi*) の腹殻及び背殻の殻表に認められた左右2対の噛み痕と考えられるものである。

この傷痕は肉食性の甲殻類の鉗脚によって強く挟まれたか、あるいは肉食性の底生魚に噛まれたものであろう。殻体が押し潰される前に解放されたことで、生き延びたのであろう。

eは木下層産のトウキョウホタテ (*Patinopecten tokyoensis*) の左殻に残っていた、肉食性動物による噛み痕である。f～gは木下層産のイタヤガイ (*Pecten albicans*) の右殻に認められた噛み痕である。これは圧痕が単純で深いことから、肉食性の甲殻類 (恐らくカニ類) による攻撃の痕跡と考えられる例である。h, iは木下層産のハスノハカシパンウニ (*Scaphechinus mirabilis*) の殻体に認められた、肉食性の魚類あるいは甲殻類による攻撃の痕を止める個体である。傷口は、いずれも完全に修復していて、棘の付着のための小顆粒で覆われていることから、傷を負った後も長期間にわたって生存していたことを示している。

jは木下層産のバフンウニ (*Hemicentrotus pulcherrimus*) の殻体に認められた損傷の痕で、これは肉食性の魚類によって攻撃され、後に殻体が再生してきたと考えられる例である。カシパンウニ類に比べて、正形ウニ類の病変例は極端に少ない。それは肉食性動物に攻撃された場合、殻の保存される割合が正形ウニ類ではひどく低いことに原因している。

冒頭のアカシの突発的な自然災害によるものを除けば、捕食動物による外傷例は断然他を圧倒している。それは古東京湾の海底で、繰り広げられていた生命活動のポテンシャルの高さを具体的に示すものである。

#### 内臓及びその周囲の軟部組織の疾病によるもの

図2のaは、木下層産のハイガイ (*Tegillarca granosa*) の殻内壁に認められた顆粒構造 (矢印) である。これは殻内に侵入した砂粒が刺激となって、過剰な石灰の分泌が引き起こされたことによる病変であろう。

bも木下層産のハイガイであるが、これは単一の半円形を呈する緻密な膨隆物を形成する例である。原因はaと同様なものであろう。c～dは木下層産のバカガイ (*Maetra chinensis*) の套線湾入部に発生した空洞を伴う異常な膨隆である。恐らく、套線湾入部の軟部組織の剥離あるいは炎症によるものであろう。

eは上岩橋層産のトウキョウホタテの左殻蝶番側内側に形成された50×35mm、高さ10mm前後の大型黒色の緻密な膨隆構造である。これは砂粒のような異物

の混入の他に、内臓器官の一部に腫瘍が発生し、それが外套膜に転移して、異常な石灰分泌を引き起こしたことを疑わしめる例である。

fは木下層産のバカガイの殻腹側縁の内側に認められた、石灰層の異常な肥厚例である (矢印)。これは外套膜の部分的な剥離、炎症に起因するものであろう。ここに紹介した例でも分るように、外骨格を有する貝類では脊椎動物とは異なって、内臓器官の異常 (病変) がそのまま硬組織の病理学的な変化につながる例が多いので、将来古病理学を旨とするものにとって、研究材料の不足を嘆くことは少しもない。

#### 寄生性の動物によるもの

図3のa～bは瀬又層産のトウキョウホタテの左殻外側及び内側である。aでは殻外側の石灰層の剥離した部分に、迷路のようなトンネルが穿たれている。bの殻内側では、それらのトンネルがレリーフのように浮き出して見える。

それらは穿孔性の多毛類ポリドーラ (*Polydora* sp. 多分 *P. ciliata* であろう) が殻表に取り付き、穿孔を開始したことにより、宿主となったトウキョウホタテが余分に石灰を分泌して殻を補強した結果である。このような現象を宿主反応 (host reaction) と呼ぶ。

cは上岩橋層産のトウキョウホタテの左殻の蝶番側内側である。殻内壁に顆粒状の微細な突起が一面に分布している。これは穿孔性海綿クリオーナ (*Cliona* sp.) の穿孔に対して、a～bと同様な宿主反応を引き起こした例である。特に具化石を調べる場合、この宿主反応の有無は、それを古病理学的なカテゴリーに含めるか、タフォノミー (taphonomy) の一部として扱うかの決め手となる。また、表棲型の生活を送るホタテガイ類の左殻に、穿孔動物による侵襲の痕跡が多いのは、生息時の姿勢に大きく原因している。

図4のa～bは、上岩橋層産のトウキョウホタテの右殻腹側縁に、ミネフジツボ (*Balanus rostratus*) が付着することによって起こった石灰層の隆起を示す。トウキョウホタテは殻内に侵入した異物に対して、その種類を問わず石灰を分泌して包み込もうとする。それは宿主反応の一種で、この場合ミネフジツボは寄生動物ということになる。

c～dは木下層産のツノナガコブシガニ (*Leucosia longifrons*) の鰓室内部に寄生したエビヤドリムシの一種 (*Apocepon* sp.) によって、頭胸甲の一部が異常に膨隆した例である。これは病変が明確に寄生性甲殻類に原因することが分った貴重な例である。

#### 発生学的な奇形によるもの

図5のaは木下層より得たヨツアナカシパンウニ

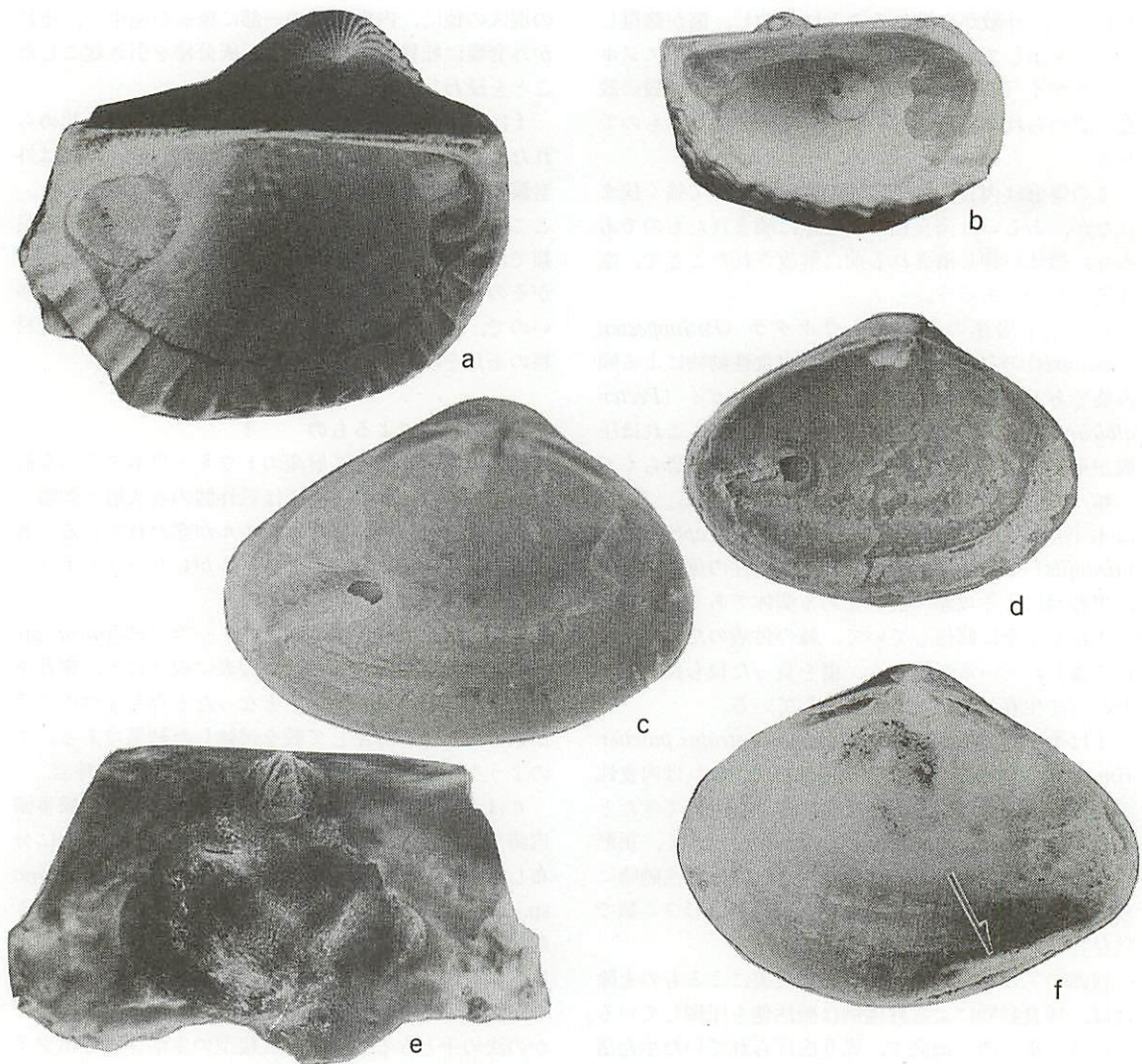


図2 aはハイガイの殻内壁に認められた微小な顆粒状の隆起, bはハイガイの殻内壁に形成された半円型の膨隆(結節), c~dはバカガイの套線湾入部の異常な膨隆, eはトウキョウホタテの左殻内壁に形成された腫瘍を疑わせる大形の膨隆, fはバカガイの殻腹側縁の病的な肥厚(矢印)。

(*Peronella japonica*) である。矢印の花紋の一部に異常なくびれが認められる。cはその光学顕微鏡像である。bは木下層産のハスノハカシバンウニに観察されたaと同様な花紋のくびれを示す。これらの奇形は部分的なものである。花紋形成の途上で、一時的な中断が起こったことに原因している。

#### 環境の影響(悪化)によるもの

海中の動物は水温、塩分濃度、溶存酸素量、pH、栄養分の変化、生息場所の大小などの諸条件に耐えて生活している。水温や栄養状態が悪化した場合、貝類で

は殻体が極端に小型化し、また成長線の部分に明瞭な段差が刻まれる。

生息場所の大小も付着生物にとっては、深刻な死活問題となってくる。穿孔貝では、高密度で礫や貝殻に穿孔がなされる際、殻体は一様に小型化する。図6のa~dは木下層産のアカフジツボ(*Balanus tintinnabulum rosa*)である。このアカフジツボは、付着密度が異常に高い条件下で生活していたもので、殻底部が変型伸長することで、付着面積の狭さを克服した例である。

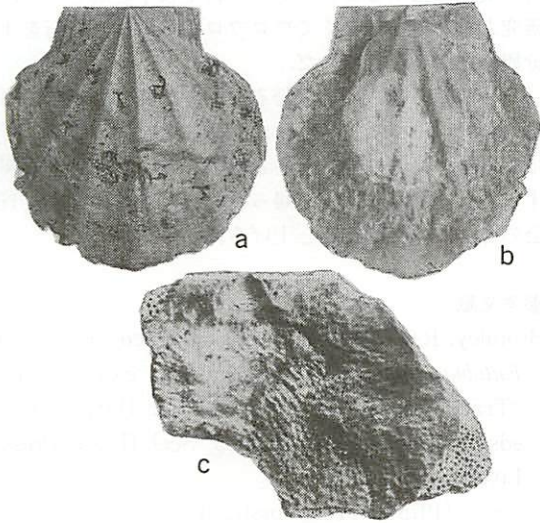


図3 a～bはトウキョウホタテの殻に認められる穿孔性多毛類 *Polydora* の穿孔痕, 特にbでは宿主反応を示す。cはトウキョウホタテの左殻内側に形成された穿孔性海綿 *Cliona* による宿主反応を示す。

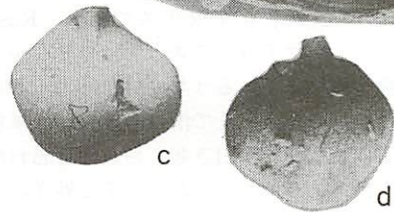
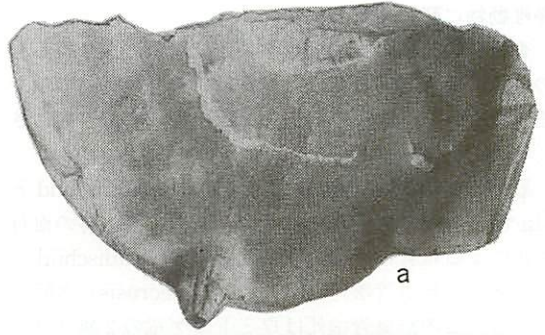


図4 a～bはトウキョウホタテの右殻腹側縁に附着したミネフジツボに起因する宿主反応, c～dはツノナガゴブシガニの鰓室に寄生したエビヤドリムシの仲間による頭胸甲の変型。

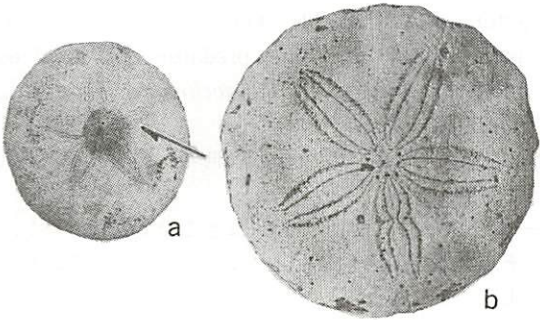


図5 aはヨツアナカシパンウニの花紋の異常 (矢印), cはaの異常部分の光学顕微鏡像, bはハスノハカシパンウニの花紋の異常。

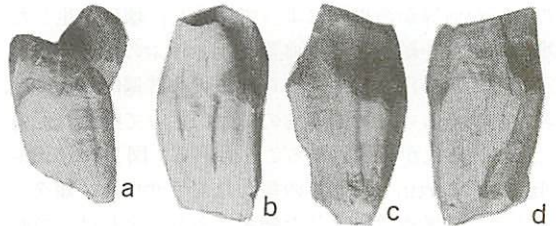


図6 a～dは付着面積の減少により, 殻底部が異常に伸長したアカフジツボ。

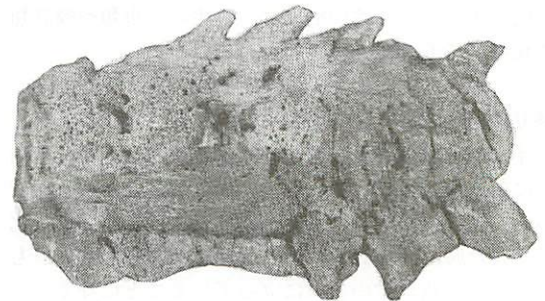


図7 ウミトカゲ竜クリダステス (*Clidastes*) の尾椎に認められた重篤な骨融合を示す。これは当時の海でサメに襲われたことに原因している (Rothschildと Martin, 1993による)。

## 脊椎動物に認められる病変

脊椎動物の場合、古病理学の研究対象になり得るのは骨の異常である。この異常は、無脊椎動物の項で述べたものとほとんど同様な原因によって引き起こされることが多い。

最近の興味深い研究例に、アメリカの Rothschild と Martin (1987) によるモササウルス類の潜水時の血行停止による椎骨の部分的な壊死がある。Rothschild らは、それを無血管壊死 (avascular necrosis) と呼んでいる。この無血管壊死はウミトカゲ竜の 2 属プラテカルプス (*Platecarpus*)、ティロサウルス (*Tylosaurus*) で観察されたが、クリダステス (*Clidastes*) では認められなかったという。

クリダステスは初期のモササウルス類の一派で、後に次第に外洋に向けて生活圏を拡大していったのがプラテカルプスとティロサウルスである (Russell, 1967)。恐らく、プラテカルプスとティロサウルスは食物となる魚を追跡しているうちに、数100メートルの深度に達したのだろう。そこで潜水病となり、椎骨への血行が阻害されて壊死が引き起こされたと思われる。

この事実は、モササウルス類が次第に外洋に進出したとは言っても、その主要な生活場所は、浅い沿岸水域であったことを示している。そして、モササウルス類は深海に潜ることが不得手であったことを我々に語っている。

ところで、Rothschild と Martin によれば、骨組織への血行が何等かの異常によって停止し、壊死が生じた場合、それを総称して無血管壊死と呼ぶのだという。

脊椎動物の化石骨に認められる最も普遍的な病変は、肉食動物あるいは仲間うちの闘争によって噛まれた傷である。それが腫瘍化することもある。図7は Rothschild と Martin (1993) の報じたモササウルス類クリダステスの尾椎骨に生じた病変である。それは、当時の海でサメに尾部を噛みつかれたことによって、激しい骨膜炎が引き起こされ、尾椎に重篤な融合が生じた例である。この種の病変は、陸生の爬虫類や哺乳類の化石骨でも、そう珍しいものではない。

## 終りに

主として成田層群産の無脊椎動物化石に見られる病変に対象を絞って、古病理学の研究目的とその意義について述べた。もし、諸兄姉が成田層に出掛けて貝化石を得た時、その殻体にある異常に気付いたなら、もう立派に古病理学の入口に立っていることになる。

次のステップとして、さまざまな事例を集め、分類していくならば、古病理学とはいかなる学問なのか、極く自然に体得するであろう。要はペーパーであれこれ学ぶ前に、フィールドに出向いて、病変を伴った化

石の実例に接することである。古生物学を志したが、研究方針が定まらなくてウロウロするのは、化石を十分観察しないからなのだ。

その観察を通じて学び得る、最も興味深い古生物科学の分野の一つに古病理学があることを決して忘れてはならない。この拙文を終るに当たって、古病理学に関する貴重な文献、助言を賜った化石研会誌の編集委員会の方々に厚く御礼申し上げる。

## 参考文献

- Bromley, R.G. (1970) : Boring as trace fossils and *Entobia cretacea* Portlock, as an example. In: "Trace fossils." (Crimes, T.P. & Harper, J.C., eds.), Geol. J. Spec. Issue 3, Seel House Press, Liverpool, pp. 49-90.
- . (1975) : Trace fossils at omission surfaces. In: "The Study of Trace fossils" (Frey, R.W., ed.) Springer-Verlag, New York, pp. 399-428.
- . (1978) : Bioerosion of Bermuda reefs. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 23, 169-197.
- Cameron, B. (1969) : Palaeozoic shell-boring annelids and their trace fossils. *Am. Zool.*, 9, 689-703.
- Carter, R.M. (1968) : On the biology and paleontology of some predators of bivalved mollusca. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 4, 29-65.
- 福田芳生. (1981) : 生痕化石の世界. 築地書館, 東京, 1-151.
- . (1987) : 図解; 恐竜はどんな生物だったか, その素顔と生活を探る. ブルーバックス, 講談社, 東京, 1-286.
- . (1989) : ミクロの恐竜学. 筑摩書房, 東京, 1-191.
- . (1993) : 恐竜はなぜ恐竜になったか. 日本経済新聞社出版局, 東京, 1-293.
- Richter, R. (1928) : Psychische Reaktionen fossiler Tiere. *Palaeobiologica*, 1, 225-244.
- Rohr, D.M. (1976) : Silurian predator borings in the brachiopod *Dicaelosia* from the Canadian Arctic. *J. Paleontol.*, 50, 1175-1179.
- Rothschild, B.M. & Martin, L.D. (1987) : Avascular necrosis: occurrence in diving Cretaceous mosasaurus. *Science*, 236, 75-77.
- . & ———. (1993) : Paleopathology (Disease in the Fossil Record). CRC Press, London, pp. 1-361.

Russell, D.A. (1967) : Systematics and morphology of American mosasaurs (Reptilia, Sauria). *Peabody Mus-Nat. Hist. Bull.*, 23 1-237.

Tasnadi-Kubacska, A. (1962) : "Palaeopathologie". G. Fischer Verlag, Jena, 1-260.

Trueman, E.R. (1966) : The mechanism of burrowing in the polychaete worm. *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab., Woods Hole*, 131, 369-377.

Vance, R.R. (1979) : Effects of grazing by the sea urchin, *Centrostephanus coronatus*, on the prey community composition. *Ecol.*, 60, 537-546.

Warn, J.M. (1974) : Presumed muystomid infestation of an Ordovician crinoid. *J. Paleontol.*, 48, 506-513.

Wodinsky, J. (1969) : Penetration of the shell and feeding on gastropods by *Octopus*. *Amer. Zool.*, 9, 997-1010.

Yonge, C.M. (1955) : Adaptation to rock boring in *Botula* and *Lithophaga* (Lamellibranchia, Mytilidae) with a discussion on the evolution of this habit. *Quart. J. Microscop. Sci.*, 96, 383-410.

◆本の紹介◆

Simkiss Kennerh and Wilbur Karl M. (1989) :  
 Biomineralization—Cell Biology and Mineral  
 Deposition .  
 Academic Press Inc. New York pp. 337.

Biomineralizationの研究をリードしてきた二人の著者が、最新の成果とくにそのまえがきのなかで記しているように、分子生物学と古生物学の分野からのアプローチを含めて記述している。対象としている生物もProtistaから脊椎動物に及び、新鮮で体系的なテキストとなっている。全体を機構、細胞上の体制、地球の様相の三部にわけて記述している。

第一部は、① Biomineralizationの研究内容、② 鉱物の沈着、③ Biomineralizationの起源—顕微生物の体型、④ 真核細胞とイオンの集積、⑤ 鉱物化の規制、の5章からなり、第2章には多様な生物に見られる鉱物塩の種類、鉱物塩の化学式と賦存生物とその機能を表示し、第5章では有機基質における核の形成、結晶配列とその無機修飾を説いている。

第二部は、① Protista—隠匿された彫刻、② 植物の鉱物化—光合成と細胞壁、③ 植物の鉱物化—イオン・珪化作用およびその輸送流、④ 海綿—骨針と単純骨格、⑤ 棘皮動物—細胞と癒合細胞、⑥ 腔腸動物—上皮細胞群・共生効果とエネルギー代謝、⑦ 環形動物—小腺による分泌、⑧ 甲殻類—上皮細胞の運動力学、⑨ 軟体動物—有機基質と鉱物の上皮細胞による規制、⑩ 腕足動物—フロールアパタイトと石灰質殻体、⑪ 脊椎動物—燐灰石からなる内骨格、の11章で構成され、各章には基本的な写真や模式的な図を補って理解を助けている。

第三部で、地質時代を通じての大気酸素の成長と細胞進化の対応を図示し、① 地球生化学的循環—鉱物とBiomineralizationの起源、② 概観と展望、の二章にわけて記述している。前者では、(ア)地殻の初期の概念、(イ)大陸漂移、(ウ)地球生化学的物質循環、(エ)海洋における循環、(オ) Biomineralizationの起源にわけて現在の

進歩を紹介している。終章では、Biomineralizationの研究への(ア)化学的、(イ)生物学的、(ウ)地質学的アプローチを説き、(エ) Biomineralizationの成分としての生化学的様相と、細胞学的様相を指摘し、(オ)将来の研究課題を挙げて終わっている。

第三部では記述されている内容には、地球科学者の今後の活躍に待つところが多い。全体を通じて、各章末に参考文献を挙げているのは、きわめて親切で教科書としての効果を増している。(大森昌衛)

大泰司紀之 (1993) :  
 十二歯考—一歯が語る十二支の動物誌—  
 115頁, 2500円, 医歯薬出版

十二支の動物について書かれた本は数あるが、民話や伝承など人文科学的側面の強いものがほとんどである。本書は、そのタイトルからもうかがえるように、歯を中心として動物の生態や進化やヒトとのかわりを綴った比較解剖学の入門書である。対象となっているのは十二支の動物にかぎらず、「こじつけ」とことんまで進めて、脊椎動物全般にまでおよんでいる。たとえば、海牛との関連からデスマスチルスが丑年、竜骨から長鼻類が辰年の項に登場するのは驚きである。

十二支のうちではやはり著者が専門とする偶蹄類の項が面白く、とくに動物考古学分野の話題に教えられる点が多い。『歯界展望』に連載された一般向けの書とはいえ、各分野に新知見が盛り込まれている。また、動物分類の目の名称に従来の漢字を用い、文部省の蒙昧な学術用語を手厳しく批判しているのは、動物学者としての見識の高さを示すものである。ただし、古生物学関係で、中世代など誤字・誤植が散見されるのが気になる。

比較解剖学関係の本は洋書や訳書ばかりで和書がきわめて乏しい現在、本書はおおいに歓迎されるべきであるし、類書がふえることを期待してやまない。

(犬塚則久)