

小集会報告

小集会報告「タフォノミーを考える会」

世話人：安藤寿男・近藤康生

はじめに

古生物学で扱われる基本的情報は化石の形態と産状に分けることができる。このうち化石の形態については機能形態学あるいは構形成態学の視点が確立され、この視点のもとに研究が進められつつある。一方、化石の産状については、その重要性が以前から指摘されているが、具体的研究方法や研究の視点の確立という点でまだまだ未開拓であり、またそれだけに魅力のある研究分野である。最近 SEPM (Society of Economical Paleontologists and Mineralogists) から雑誌 *Palaios* が創刊され、堆積学的手法を用い、化石層形成の過程やメカニズムを古生物学的に捉えるタフォノミー (taphonomy) を特集している。いずれにしても諸科学の進歩と平行して、化石層形成の研究は新たな局面を迎えているといえよう。

東京学芸大学を会場とした本年度の日本古生物学会の第3日目午後、小集会「タフォノミーを考える会」が開催された。これはタフォノミーについて世話人を含む4人の若手研究者が、それぞれの立場から具体的研究例を中心とした話題を提供し、自由な意見の交換の場を設けたいという趣旨で行われたものである。

ここでまずタフォノミーとは何かを定義しておこう。

タフォノミー (taphonomy) とは J. A. Efremov が1940年に提唱した語で、ギリシャ語の tapho (= burial) と nomy (= law) の合成語である。したがって「埋没の規則」と直訳されるが、ここではあえてタフォノミーと称することにする。タフォノミーは「生物の遺骸が生物圏 (biosphere) から岩石圏 (lithosphere) に移行する過程の研究」と定義される (Muller, 1979 参照)。Muller が引用した Efremov の原文を挙げると、"the study of a process in the upshot of which the organisms pass out of the different part of the biosphere and, being fossilized, become part of the lithosphere." とある。広い意味でいえば、A. d'Orbigny が1849年に概念を示した化石化作用についての研究とも言い換えられよう。

タフォノミーには大きく2つの分野があり、第1に biostratinomy (生物堆積論：花井ほか訳, 1985, p. 265の和訳) であり、第2に化石続成 (fossil diagenesis) である。J. Weigelt が1919年に命名した biostratinomy (原語は biostratonomy) は、当初「岩石中の化石の方向性と配列の研究」と定義されたが、現在では「生物の死後その遺骸が堆積物に埋没するまでに、遺骸に影響を与える要因の研究」と広義に解釈されている。つまり生物遺骸が堆積物として固定されるまでの過程を扱う分野であり、化石として保存される生物体の部分要素と堆積粒子の両者の視点から化石の由来と成因を吟味する学問といえる。その意味で、化石生物の生息時の生態を復元する古生態学を行うための、基礎とも1ステップともいえる。

さて、講演は各20分の持ち時間で、5分前後の質疑の時間をとって行われた。話題は4件でその内容は、現生二枚貝の生息姿勢と地層中の化石の姿勢、浅海堆積相と二枚貝密集層の形成、深海性生痕 *Zoophycos* の形態復元、そして沖合性泥岩中のアンモナイト化石の産状であった。それらは扱う時代、分類群ばかりでなく、アプローチにおいてもかなり異なっていた。2時間という短時間の中で個人講演では聞かれない、かなり自由な意見や主張が披露された。また質疑でも活発な意見が交わされた。

以下の4つの講演要旨は各講演者が講演後に持ち寄ったものである。

二枚貝化石の産状観察法

近藤康生 (千葉県立中央博物館)

従来、二枚貝化石の産状観察のポイントは、両殻が揃っているかどうかの判断に置かれ、それによって死後の運搬距離の大きさを推定する類の議論が多かったように思われる。私は、二枚貝類の生活様式 (生息位置) が多様化しており、特に内生種の深さが種ごとに異なることに着目して、一枚の地層中に含まれる二枚貝化石の死後過程をそれぞれの種の生息位置と比較することによって復元しようと考えた。そのため、各地の干潟などで現生二枚貝の生息位置、特に内生種の堆積物への潜入深度を計測し、その資料に基づいて現生種を多く含む化石層 (後期

更新世の清川層など)をフィールドにして露頭観察を行った。

まずわかったことは、対象としている二枚貝化石が生息位置でそのまま化石化したのか、あるいは死後、海底面上に洗い出されたのかを判断することが最も重要だということである。この作業を主な種について行ってみると、生息位置で化石化するかどうかはその二枚貝の潜入深度によって決まることが多いことがわかる。これは、強い水流による洗いだしにせよ、ベントスによる擾乱にせよ、死後の二枚貝殻を動かす作用がほぼある一定の深さ(堆積環境によって異なる)に限られるためである。清川層の例では、海底面下 15-20cm を境にしてこれより浅く潜っているものは洗い出されており、これより深く潜っているものは生息姿勢を保持していることが多い。

内生二枚貝化石は生息位置を復元するのが比較的に容易であり、また白亜紀以降の化石記録も豊富であるので、上記のような観察法は、化石層の形成過程を復元したり、同じ地層に含まれる他の分類群の化石の死後過程を推定する際にも大いに役立つ。

#### ストーム堆積物に見られる化石層について

安藤寿男(東京大・総合研究資料館)

近年、特に1970年後半より、陸棚中上部の堆積物の多くがストームイベントモデルによって説明されるようになり、ともすればタービダイトと片付けられた砂岩・泥岩互層の幾つかは、実は浅海で形成されたと考えられるようになった。したがってストームは陸棚中上部堆積物中の化石密集層の形成の重要なメカニズムのひとつと考えられる。

ストーム堆積物の多くには、Harms et al. (1975) がハンモック状斜交層理(Hummocky cross stratification: HCS)と命名した、かなりの大きな波長を持った斜交層理がある。Dott and Bourgeois (1982) が記載モデルとして提示した典型的 HCS sequence は浅海成堆積物の内部構造を詳細に記述し、化石層の形態や内部構造の解析に有用である。

北海道白亜系中部蝦夷層群の三笠層の奔別川セクションでは、中下部沖浜で堆積したものと推定される、ハンモック状斜交層理細粒砂岩・砂質泥岩互層が見られる。

含まれる化石層は、HCS sequence の位置によって3つの化石産状のタイプを示す。

第一は通常より極めて強いストームが発生した時のエネルギーのピーク時だけにできるコキナイトレンズ(Winnowed shell lag)である。これは基底を侵食し癒着(amalgamate)しながら、*Glycymeris*, *Aphrodina*, *Pterotriconia*, *Meekia* などの離弁厚殻やその破片が rework あるいは winnow されて密集

した、ハンモック状の化石層である。第2に極めて強いストームの減衰時、あるいは通常のストームのピーク時に、ハンモック斜交層理部にできる薄い葉理状の化石層(Laminar shell layer)である。そして三番目に通常の静穏時波浪条件に堆積する生物擾乱泥岩に散在する化石(Scattered shells)である。以上の3つの化石構成はタイプによって異なり、HCS sequence の上位ほど薄殻二枚貝の頻度、合弁率、現地性が増加する。

こうしたストームイベントモデルの導入によって浅海層における化石層形成過程の理解がより深まるのではないだろうか。

#### 生痕化石の化石化過程 一特に *Spirophyton-Zoophycos* システムに注目して

小竹信宏(千葉大・理)

生痕化石 *Spirophyton-Zoophycos* システムは、層理面にほぼ垂直な一本の軸と、その周囲を螺旋状に取り巻き多量の排泄物を含むシート状のスプライトからなる。このシステムは形態上、上部5~6 cm が *Spirophyton* に、その下2~3 cm の漸移部を経た下部すべては *Zoophycos* に分類される。このシステムを作った生物は海底面上のデトリタスを食べ、海底面下の堆積物中に排泄を行うことでスプライトを作り、しかも個体発生の前半に *Spirophyton* を、中~後半に *Zoophycos* を形成したことがわかっている。つまりこのシステムは、形成生物の成長に伴う排泄行動の記録である。

この生痕システムを多産する房総南端の白間津層の場合、このシステムはタービダイトとして堆積した砂岩・泥岩互層の泥岩中に見られる。*Spirophyton* 部はシステムの最上部に位置し、*Zoophycos* の一部は泥岩の下に重なる砂岩層に達するものもある。しかし、その多くは *Spirophyton* 部の大部分またはすべてを欠き、位置的に *Spirophyton* 部が存在するはずの泥岩にはブンブク類の生痕が多数見られ、見かけ上淘汰の悪い泥岩になる。一方、ブンブクの生痕がない泥岩には細かい平行葉理が見られ、*Spirophyton* 部を伴ったシステムが見られる。産状から推定したここでブンブクの潜入進度は5~6 cm である。これは、ブンブクが堆積物中を移動する際に、その潜入深度の範囲にあたるシステム最上部の *Spirophyton* 部を選択的に破壊することを示唆している。またこのブンブクの活動は、堆積構造を破壊すると同時に、新たな見かけをもつ堆積物を作っていることを示唆している。ところがブンブクの生痕は、上位に重なるタービダイトの砂岩の堆積に伴う侵食により、一部またはすべてが破壊されてしまうことがある。同時にこの堆積物の供給はブンブクの活動を

停止させると推定される。

堆積物がタービダイトとして間欠的には流入する大陸斜面における生痕の保存の程度は、ブンブクに代表される生物の活動による破壊とタービダイトに伴う物理的破壊、そして堆積物の急激な埋積がもたらす底生生物の活動の停止による生痕の破壊と保存の微妙なバランスに、左右されているといえる。この点は、生痕の保存が物理的破壊に支配される浅海域や、逆に生物活動による破壊が卓越する大洋底に比べ複雑である。

生痕化石は底生生物の様々な行動・運動様式を知る手がかりを我々に与えてくれる。泥岩中の堆積構造や化石群から堆積学的・古生物学的情報を得ようとする場合、共産する生痕化石の形成・化石化過程の理解が不可欠なのではないだろうか。

#### 北海道蝦夷層群中のアンモナイトの産状: Sheltered preservation

前田晴良 (高知大・理)

蝦夷層群は、アプチアン～マストリヒシアンにかけておもに沖合いで堆積した厚い泥岩を主体とする地層である。ここから産するアンモナイトの産状に注目すると、

- 〔1〕 母岩中に直接含まれている場合
- 〔2〕 石灰質ノジュールに含まれている場合
- 〔3〕 Sheltered preservation

の3種類のケースが認められることがわかった。

このうち Sheltered preservation とは、大型アンモナイトの住房・破損した気房あるいはヘソ下の空間に小型アンモナイトの殻が密集している産状を指す。この産状は、各地のいろいろな層準にみられるが、特にセノマニアン階の例がタフォノミーを考える上で特徴的である。セノマニアン階では、大型の *Calycoceras* の殻内に、*Desmoceras* (*Pseudouhligella*) *japonicum* 数10～200個体があたかも“防空壕の中に身をひそめているような状態”で産する。Protoconch を伴う直径4 mm 以下の非常に小さい殻までよく保存されており、サイズ分布のモードは直径8～12 mm のところにくる。

一方、同じ層準の石灰質ノジュールや母岩中からも *Desmoceras* は産出するが、通常、protoconch や小さな殻は溶け去ってしまっており、殻の保存はよくない。Sheltered preservation に比べ、続成作用の影響をより強く受けていると考えられる。

Sheltered preservation で産するアンモナイトは顎器を伴っておらず住房も欠けているものがあるので、多少なりとも運搬されていると考えられる。おそらく、海底に沈んだ大型のアンモナイトの殻が障害物として振舞い、微弱な水流によって運ばれる途

中の小さなアンモナイトの殻をトラップし、それらがそのまま保存された産状ではないかと考えられる。

#### あ と が き

4つの個人講演終了後、短時間であるが総合討論をもった。まず、九州大学の下山正一氏よりコメントがあり、現世貝殻層の死殻・生殻のサイズ分布の意義について紹介、化石層研究における現生貝殻層からのアプローチの重要性について指摘があった。

また出席者より次のようなコメントがあった。生物の形、特に機能形態と、産状(タフォノミー)は相補的なもので、後者にはまだ探求しなければならないことが多い。

他には、本会のタイトルをなぜ「タフォノミー」と称し、4つの講演をそれにくらなければならないのか、という意見も聞かれた。本会の開催にあたっては、4人の話題提供者同士による、タフォノミーの諸局面や集会の内容の方向付けに関する事前の討論をあえて行わなかった。これは、タフォノミーがまだ十分に発達した分野とはいいがたく、現段階で何か形のある結論を提示するのは早急であるとの共通認識に立つものである。したがって本会ではホットな話題を提供し、タフォノミーの研究事例に基づく諸局面について討論することに意義を認めた。話題がやや散漫で焦点を絞り込めていなかったことは否めないが、当初の目標は達成したと感じている。

会の最後に世話人が簡単なまとめを呈示したので、要約して本報告を終えたい。

一般に海成化石層の生物記録は、浅海の場合には波、ストーム等の物理的な営力を受けて消失、変質される。一方深海では底層流や混濁流のような物理的営力に加え、生物活動による擾乱が卓越する。したがって、情報が失われているからそれを研究しても意味がない、という見方をしがちである。しかしこの情報喪失のプロセスや、喪失した情報の吟味など、タフォノミーに注目しなければわからないことがたくさんあると考えられる。地層の中には色々な情報が含まれているが、化学的・物理的手法による情報ではわからないけれども、化石の産状観察によって初めて解明できる事象も多いのである。いずれにしてもタフォノミーによって、広い意味の、化石生物の生態復元ができる。

最後に、タフォノミーの役割を指摘した Lawrence (1968) の印象的な言葉を引用しよう。

「古生態学者はまず taphonomist であらねばならない、なぜなら生物遺骸はその死後の歴史を正しく知ることを通じてのみ研究され、復元しうるからである。古生態学における成功は taphonomic overprint をはぎとる研究者の能力に大きく依存してい

る。」

なお本会の開催に当り、会場等のお世話をいただいた東京学芸大学の関係者の皆さん、日本古生物学会行事係の棚部一成博士、世話人に協力して会を運営してくださった話題提供者の二氏、そして参会者の方々に感謝の意を表するものである。

#### 文 献

- Dott R. H., Jr. and Bourgeois, J., 1982: Hummocky stratification: significance of its variable bedding sequences. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **93**, 663-680.
- 花井哲郎・小西健二・速見 格・鎮西清高訳, 1985: 古生物学の基礎. どうぶつ社. 425p.
- Raup, D. M. and Stanley, S. M., 1978: *Principles of Paleontology*. 2nd. Ed. W. H. Freeman.
- Harms, J. C., Southard, J. B., Spearing, D. R. and Walker, R. G., 1975: Depositional environments as interpreted from primary sedimentary structures and stratification sequences. *Soc. Econ. Paleont. Miner., Short Course*, (2), 161p.
- Lawrence, D. R., 1968: Taphonomy and information losses in fossil communities. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **82**, 237-265.
- Muller, A. H., 1979: Fossilization (Taphonomy). In Robison, R. A. and Teichert, C., eds., *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part A Introduction, Fossilization (Taphonomy) Biogeography and Biostratigraphy*. Geol. Soc. Amer. and Kansas Univ. Pr., p. A2-A78.