

“街中古生物学”

— 建築石材中のアンモナイト類化石の古生物学的観察・考察 —

相場大佑

深田地質研究所

“Urban Paleontology”

— Paleontological observations and insights on ammonoids in building stones —

AIBA Daisuke

Fukada Geological Institute

要旨：地下鉄や商業施設，ホテルの壁面，床，柱などに使用されている石材中には，化石が含まれることがあり，理科教育の教材として注目を集めている。本稿は，石材中の化石が，より発展的な古生物学の教材となることを目指し，化石頭足類アンモナイトに着目し，古生物学的視点から観察・考察を行った。石材中のアンモナイトは様々な断面で切断されているが，このうち縦断面からは螺環断面形態を観察することができ，その特徴から分類をさらに絞ることができる場合がある。横断面では，殻内部構造である隔壁の間隔に注目することで，成長段階を推測できる。また，アンモナイトの殻の保存状態に着目すると，その破損程度は様々であり，それぞれの化石化過程を推測できる。以上のように，様々な視点で観察・考察が可能である建築石材は，古生物学を学ぶ上で優れた教材となりうるかもしれない。

キーワード：古生物学，化石，アンモナイト，石材

Abstract: Building stones used for walls, floors, and pillars in subways, department store, and hotels sometimes contain fossils, and have attracted attention as teaching materials for science education. In this paper, ammonoids are observed and discussed from a paleontological viewpoint, with the aim of making fossils in building stones more advanced educational material for paleontology. Ammonoids in the stone are cut into various cross-sections, of which the vertical section allows us to observe the whorl shape, which may allow us to identify more detailed classification. In the median section, the growth stage can be estimated by the mature modification in the septal crossing. In addition, by focusing on the preservation of ammonoid shells, the taphonomic history might be assumed. As described above, building stone materials, which enable paleontological observation and examination from various viewpoints, might be an excellent educational material for studying paleontology.

Keywords: paleontology, fossil, ammonoid, building stone

1. はじめに

地下鉄や商業施設，ホテルの壁面，床，柱などに使用されている石材中には，化石が含まれることがあり，1980年代に身近な理科教材としての

提案がなされ，多数の一般書などが出版されてきた（三宅・川瀬，1993；大野・下坂，2000；木村・高久，2006など）。近年は，西本昌司による書籍（西本，2017，2020）や，漫画（早良，2019），Web記事（好書好日，2020；日本科学未来館 科学コ

コミュニケーターブログ, 2023) などを通し、特に注目を集めている。また、大学の教員免許取得課程における実践研究例も報告されている(平田, 2021)。

アンモナイト類は、古生代デボン紀～新生代古第三紀初頭にかけて生存した化石頭足類であり、初等教育課程における教科書で「示準化石」の代表例として紹介されるほか、自然史系博物館で化石が展示されていることから、古生物の化石の中でも特に知名度が高い分類群と言える。炭酸カルシウムでできた螺旋状の殻は、地層中に化石として極めて残りやすく、建築石材の中でもごく普遍的に化石が見つかる(西本, 2017, 2020)。そのわかりやすい螺旋状の形態と知名度の高さを前提として、石材中に含まれるアンモナイトからは、長い時間軸での地球史・生命史や地層の堆積環境などを体感的に理解することが可能である。しかしながら、螺旋状であるということ以上に、具体的にどのような殻形態であるかということや、どんな生き物であったのか、つまり個体発生や生態、また、なぜそのような保存状態で石材中に観察されるのか(=タフォノミー)にまで踏み込んで解説されたものはこれまで少なく、アンモナイトのもつ古生物学的な教育効果が十分に発揮されていない部分があった。そのような背景を踏まえ、本稿では、石材中のアンモナイト化石の観察がより高度な古生物学的な教育に発展することを目指し、石材に含まれるアンモナイト化石を観察・考察することで見えてくる古生物学的側面の一端を紹介したい。

2. 石材中のアンモナイトの観察と考察

2.1 切断面からは何がわかるか

アンモナイトの殻の見え方は切断面により、か

なり異なる。化石を横方向に切断すると図 1a-b のような螺旋型として見られるが、縦方向に切断すると図 1c のような形として観察される。また、斜めに切ると、その切断面は図 1d の通り少し曲がったソーセージのような形に見える。

横方向で切断され、綺麗な螺旋型が見られるものは、いかにもアンモナイトらしく、見つけると思わず楽しくなってしまうという意味で、“アタリ”の化石かもしれないが、実は、縦断面からしか得られない情報もある。その一つが螺環断面形態である。螺環断面形態はアンモナイトの分類において非常に重要である(例えば, Korn, 2010 ; Klug et al., 2015a)。横断面からは、螺環拡大率のほか、後述する隔壁形状などの情報が得られるが、「それがアンモナイト類である」以上のこと、つまりアンモナイト亜綱 (Ammonoidea) より細かい分類(目科属種)を絞ることは基本的には難しい。一方で、縦断面で観察できる螺環断面形態からは分類をさらに絞ることができる場合がある。図 2a は老舗デパート、日本橋三越本店の石材(ネンプロロザート, イタリア, ジュラ紀後期)、図 2b は東京メトロ銀座線三越前駅の改札を出たところにある地下通路内の柱の石材中に観察できるアンモナイトである(ジュラマール, ドイツ産, ジュラ紀後期)。図 2a では腹側が尖った三角形に近い Oxyconic な螺環形態が確認でき、ジュラ紀に生息したアンモナイト類の中ではオッペリア科 (Oppellidae) などが考えられる (Arkell et al., 1957)。一方、図 2b ではかまぼこ型の螺環断面とその表面に複数の突起が確認できる。突起は側面中央付近と側面の臍付近に 1～2 対ある。突起の数の変異は切断面の問題のほか、個体発生変化や保存状態によるものかもしれない。このような側面に突起がある螺環をもつ分類群は、石材の年代を考慮するとアスピドセラス科

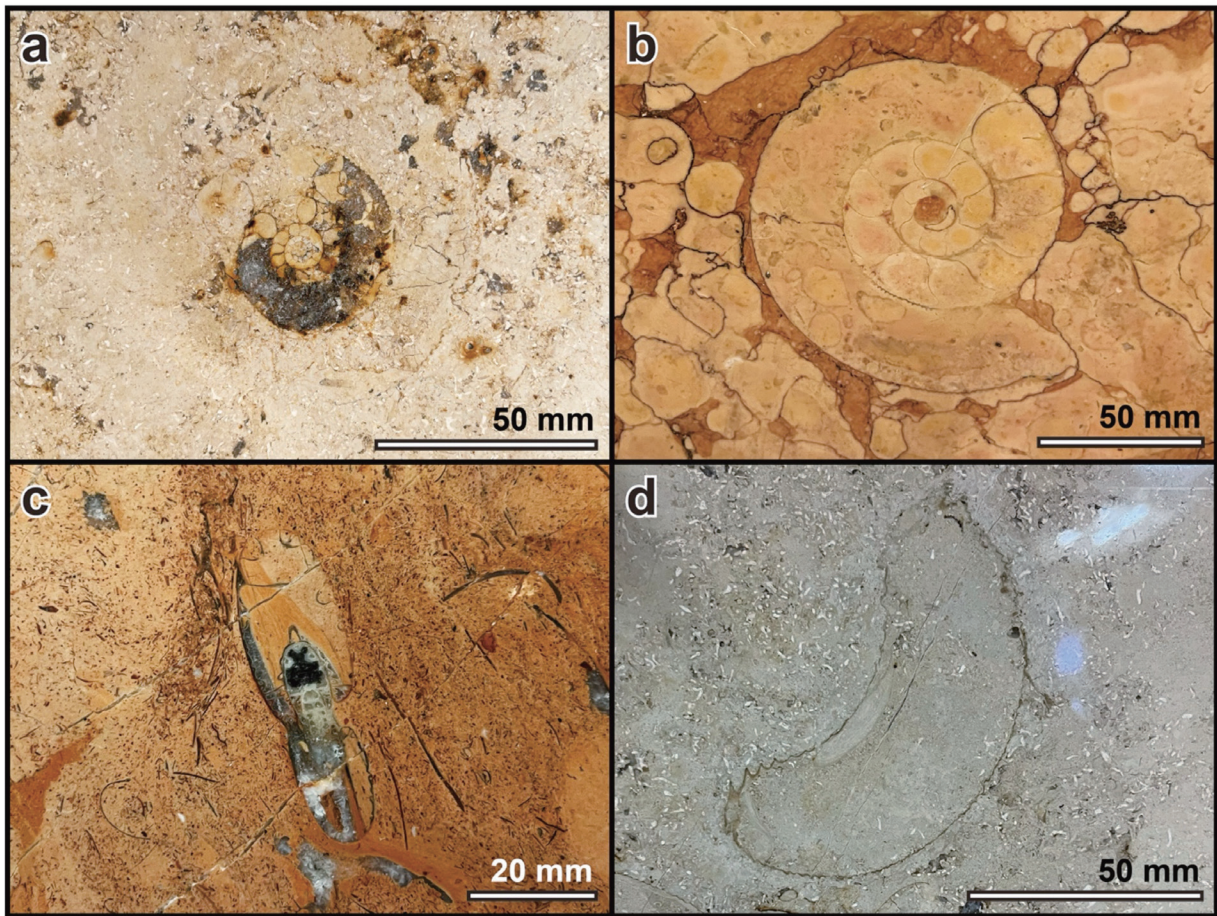


図1 石材中のアンモナイトの様々な切断面の例. a-b: 横断面, a: J ヴィレッジ(福島県楡葉町), ジュライエロー, ドイツ産, ジュラ紀後期. b: 日本橋三越本店(東京都中央区), ネンプロロザート, イタリア, ジュラ紀後期. c: 縦断面, 横浜駅東口地下街ポルタ(神奈川県横浜市), ロツマニャボスキ, イタリア, ジュラ紀後期. d: 斜断面, 東京メトロ三越前駅改札付近地下通路(東京都中央区), ジュラマーブル, ドイツ産, ジュラ紀後期.

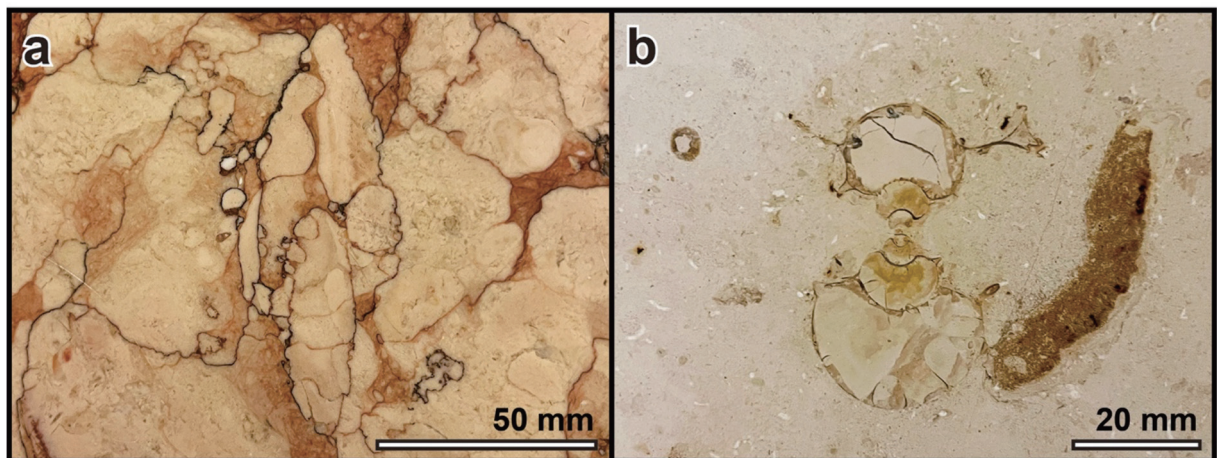


図2 縦断面のアンモナイト. a: 日本橋三越本店(東京都中央区), ネンプロロザート, イタリア, ジュラ紀後期. b: 縦断面, 東京メトロ三越前駅改札付近地下通路(東京都中央区), ジュラマーブル, ドイツ産, ジュラ紀後期.

(Aspidoceratidae) などが候補として挙げられる (Arkell et al., 1957). このように、ひとことでアンモナイトと言っても、様々な種類のアンモナイトが含まれていることがわかる.

2.2 個体発生段階

横方向や横方向に近い斜め向きに切断されたアンモナイト化石では、内部の隔壁が連続的に観察できるものがある. 図3は、福島県檜葉町にあるJヴィレッジのホテル内の床材で観察されたアンモナイトである. 保存されている範囲で直径約10cm, 保存されていない住房を含めた元々の大きさは20cm近くになると推測される. こ

の化石で見られている隔壁は、形状が箇所によって異なっている. 左上およそ1/4周(約90度)の範囲ではやや単純で、その前後の成長段階である左下部分と右上部分では、アンモナイト目(Ammonitida)に特有のやや複雑な縫合線模様が見えている. 切断面から分類を特定することはできないが、臍が比較的狭い種であることが窺える. この化石で見られる殻口側の最後の2つの隔壁に注目すると、ほかの箇所に比べてやや間隔が近いことに気が付く. 切断面の傾きや殻の破損を考慮しても、2つの隔壁の間隔は確かに狭まっている. 未成熟期末~成熟期のアンモナイトにはそれまでの成長過程では現れなかった形態変化が

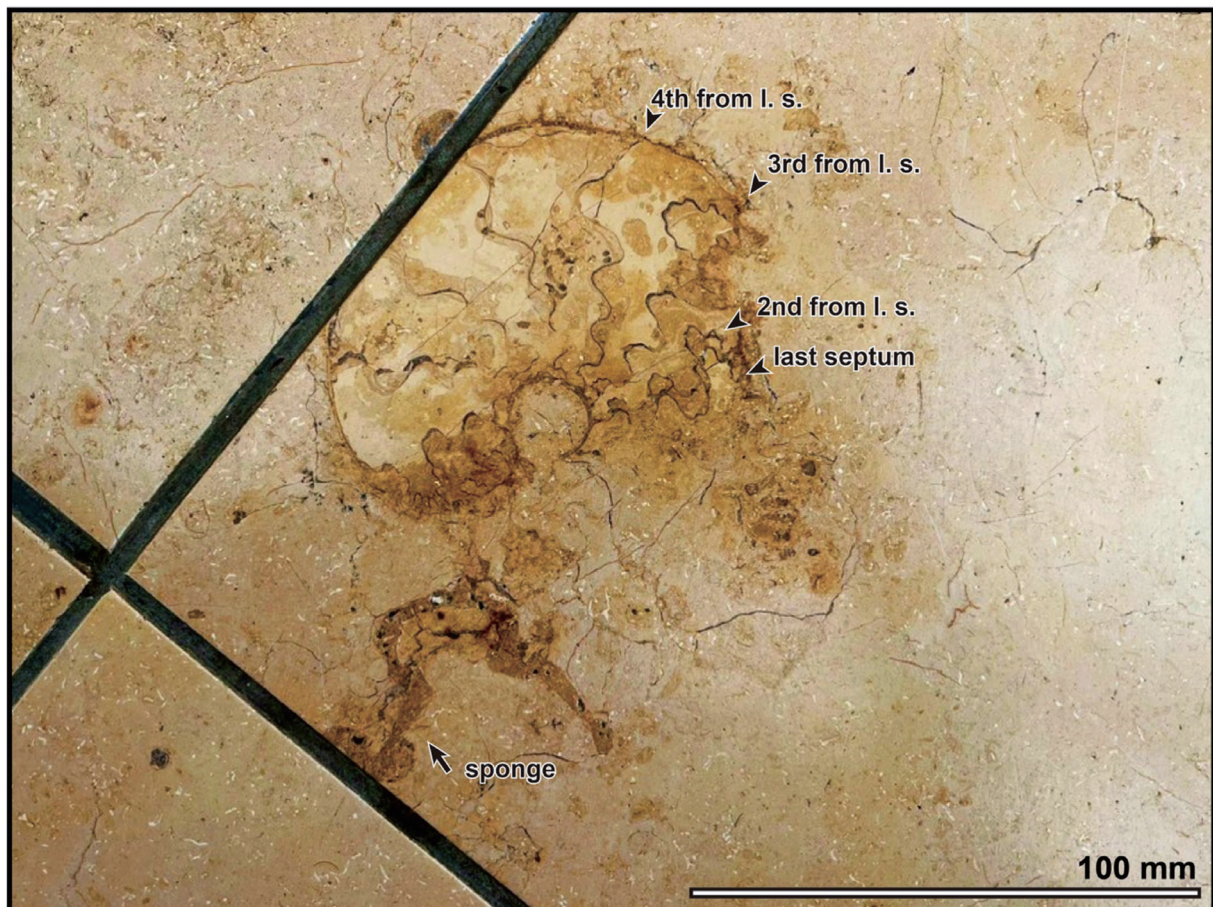


図3 最終隔壁とその前の隔壁の間隔に狭まりが見られるアンモナイト. Jヴィレッジ(福島県檜葉町), ジュライエロー, ドイツ産, ジュラ紀後期.

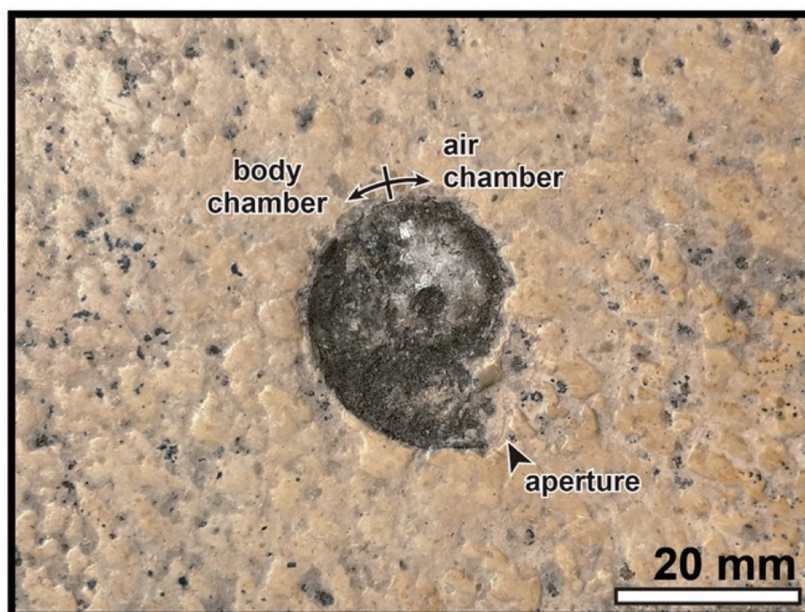


図4 殻がほとんど破損せずに保存されている例。アクアシティお台場（東京都港区）、ゾルンフォーヘン石灰岩，ドイツ，ジュラ紀後期。

現れることがあり，それらは *mature modification* と呼ばれる．殻の巻き方が変化する場合や殻表面装飾が変化する場合のほか，内部構造に変化が生じることがある (Klug et al., 2015b)．隔壁間隔の狭まりや隔壁の肥厚化はその一つで，様々な時代の分類群において広く観察される (例えば，Westermann, 1971 ; Ebbighausen and Korn, 2007 ; Korn et al., 2010 ; Klug et al., 2015b ; Aiba, 2022)．また，現生オウムガイの成熟殻においても確認されている (Willey, 1902)．ただし，隔壁間隔は成長を通して変化し，何かしらの要因により隔壁の急激な狭まりが生じることが稀にあり，成熟を示す確実な特徴ではないということに注意が必要である (Kraft et al., 2008)．また，隔壁間隔の狭まりは，分類群により現れやすいものと現れにくい（または現れない）ものがある．件の化石で見られる隔壁の狭まりは，この個体の成長段階が未成熟期の末期～成熟期であることを示しているのかもしれないが，1個体の観察だけでは断言できない．隔壁の狭まりを同種と思われる複数個体で同様に見られるかどうかを確認するこ

とに加えて，ほかの *mature modification* も合わせて観察されると，成長段階の認定の確実性がより増すであろう．

2.3 タフォノミー

石材中に見られるアンモナイトの殻の保存状態は石材により様々であり，アンモナイトが死んでから化石になるまでの過程が見えてくる（生物の遺骸が化石になるまでの過程を明らかにしようとする学問をタフォノミーという）．例えば，図4の化石は，お台場の商業施設，アクアシティお台場のテラスの床材中に見られるアンモナイトである．図4で色の濃い部分が住房，その奥の色が薄い部分が気房である．この石材中のアンモナイトは大抵の場合，欠けがなく，殻口まで綺麗に保存されているほか，軟体部内の摂餌器官である顎器が殻と共に保存されていることもある．このような保存の良さはこの地域の堆積環境に理由がある．堆積当時，この場所は温暖な環境で，浅く流れがほとんどないような穏やかなラグーンが広がっていて，海水が蒸発しやすく，特に底の方は

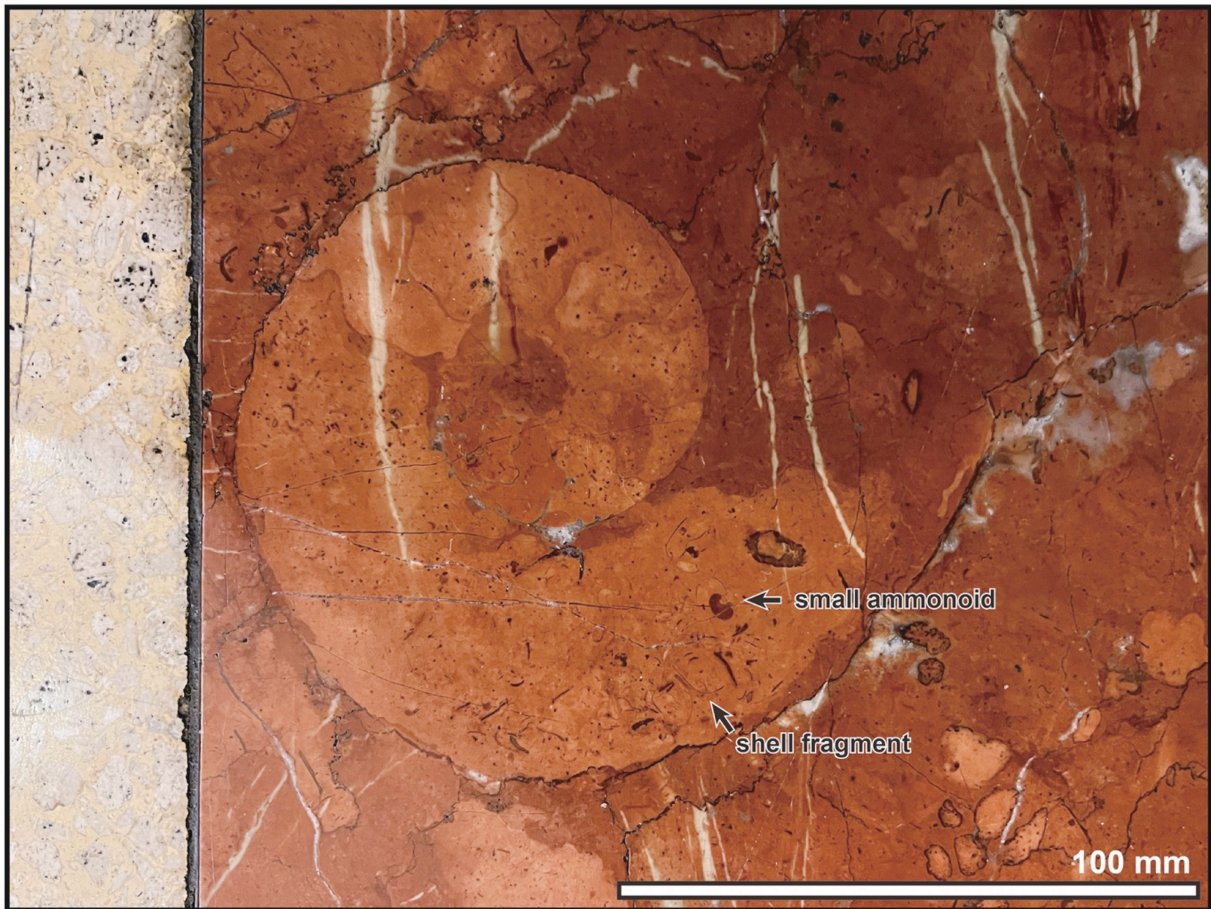


図5 シェルター保存の可能性がある例. 横浜駅東口地下街ポルタ (神奈川県横浜市), ロッソマニャボスキ, イタリア, ジュラ紀後期.

塩分濃度が高くなり、底生生物が生息することができなかったと考えられている (Kölbl-Ebert, 2014). ラグーンに迷い込んだアンモナイトが死に、軟体部がついたままその場に沈み、底生生物に乱されることなく化石になったと推測される。

一方で、殻に破損が見られる個体 (図 2b, 図 3) については、ゾルンフォーヘン石灰岩のアンモナイトと異なる化石化過程が推測される。殻が破損している個体は、死んだ後、速やかに埋没せず表層を漂流したり、海底に沈んだ後に底流によりほかの生物遺骸などと共に流されたりして、その過程で互いに衝突したり、障害物に衝突したりした結果、殻が破損した可能性がある (例えば、前田, 1999; Maeda et al., 2003; Wani, 2004)。また、

埋没後に再堆積した可能性も考えられる (Wani, 2001)。殻の破損がどのタイミングで生じたものかを特定するには、周囲の破片や、隔壁内への堆積物の侵入などに着目してより詳しく観察する必要がある。

図 5 のアンモナイトは横浜駅東口地下街ポルタの床タイルの石材中に観察されるものである。この石材には、アンモナイトがそれなりに豊富に含まれるが、多くの化石は破損が著しく、ほとんどが断片化している。図示している個体は保存状態が比較的良好である。このアンモナイトの住居の部分に注目すると、多数の小さな化石が見える。これらには、二枚貝のほか、小型のアンモナイトも含まれている。大きなアンモナイトの住

房の部分に小さな化石が保存されているこのような産状はシェルター保存と呼ばれる (Maeda, 1991). 海底に寝そべった大きなアンモナイトの住房の部分に、底流により流されてきた小さな化石がトラップされ、大きなアンモナイトが“防空壕”, 小さな化石が“避難者”となり、住房内の小さな化石は溶解や破損を免れ、周囲の堆積物中よりもよく保存されるという現象である。シェルター保存は北海道の白亜紀のアンモナイトにおいて詳しく検討されたが、時代を超えて知られる現象であり、時代ごと環境ごとに、“防空壕”と“避難者”の役となる生物が異なる (Maeda, 1991 ; Davis et al., 2001 ; Fatka et al., 2021 ; Salamon et al., 2023). タイル全体を見ると、アンモナイトの周りの部分の岩石中には、住房内に保存されているような保存の良い小さなアンモナイトの化石は少ないように見える (図 5). 住房内の小さな化石はシェルター効果により良く保存されたものかもしれない。また、アンモナイトの部分は周囲の基質と比較して赤みが少ないことも観察事項として挙げられる。

3. まとめ

アンモナイト化石は世界中の地層中に豊富に含まれており、殻の外形だけでなく、内部構造も含めて観察することで、分類、古生態、生活史、タフオノミーなど様々なことを知ることができる。しかし、内部構造を観察するためのアンモナイト化石の研磨は、意外と手間がかかる作業で、また大型になるほど難易度も上がる。石材中の化石の切断面は、もちろんランダムであるので、正中面や巻きを中心を左右の偏りなく正確に切断されることはほとんど期待できない。しかしながら、アンモナイトの様々な切断面の標本を大量に、か

つ安全・手軽に観察できることは、石材観察の大きなメリットの一つである。管理者の理解が得られれば、定量的な解析にも向いているかもしれない。ここで紹介したいくつかの観察・考察事例は、いずれも予察的なものであり、より詳細に検証されるべきものである。本稿で何よりも伝えたかったのは、街中に溢れる建築石材の古生物学の教材としてのポテンシャルの高さである。本稿ではアンモナイトを例に紹介したが、ほかの様々な分類群の化石についても古生物学的事象が認識されることで、岩石中に含まれる化石の教育的価値がさらに高まること・教育材料としてさらに広く活用されるようになることを祈っている。

謝辞

日本科学未来館の中野夏海氏、花井智也氏には、東京都内における石材中化石の観察時にお世話になり、深田地質研究所の村宮悠介氏からは有益なご意見をいただきました。各商業施設、宿泊施設および鉄道事業者には、石材の観察および写真の掲載をご理解いただきました。ここに記して心より感謝の意を表します。

文献

- Aiba, D. (2022): Dimorphism in tetragonitid ammonoid *Tetragonites minimus* from the Upper Cretaceous in Hokkaido, Northern Japan. *Acta Palaeontologica Polonica*, **67** (4), 949–961.
- Arkell, W. J., Kummel, B. and Wright, C. W. (1957): Mesozoic Ammonoidea. In Moore, R. C. ed., *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part L, Mollusca 4, Cephalopoda, Ammonoidea*,

- The Geological Society of America and the University of Kansas Press, 80–437.
- Davis, R. A., Fraaye, R. H. B. and Holland, C. H. (2001): Trilobites within nautiloid cephalopods. *Lethaia*, **34**, 37–45.
- Ebbighausen, V. and Korn, D. (2007): Conch geometry and ontogenetic trajectories in the triangularly coiled Late Devonian ammonoid *Wocklumeria* and related genera. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **244**(1), 9–41.
- Fatka, O., Budil, P. and Kraft, P. (2021): Sheltered preservation in Ordovician trilobites. *Fossil Record*, **24**(1), 193–205.
- 平田豊誠 (2021) : 街中化石・石材探検フィールドワーク — 教員志望学生の興味を引き出し教員としての素養とする —. *みんなの地学*, **2**, 49–60.
- 木村方一・高久宏一 (2006) : 北海道探そうビルの化石. 北海道新聞社, 215p.
- Klug, C., Korn, D., Landman, N. H., Tanabe, K., De Baets, K. and Naglik, C. (2015a): Describing ammonoid conchs. In Klug, C., Korn, D., De Baets, K., Kruta, I. and Mapes, R. H. eds., *Ammonoid Paleobiology: From Anatomy to Ecology*, Springer, 3–24.
- Klug, C., Zatoń, M., Parent, H., Hostettler, B. and Tajika, A. (2015b): Mature modifications and sexual dimorphism. In Klug, C., Korn, D., De Baets, K., Kruta, I., and Mapes R. H. eds., *Ammonoid Paleobiology: From Anatomy to Ecology*, Springer, 253–320.
- Korn, D. (2010): A key for the description of Palaeozoic ammonoids. *Fossil Record*, **13**(1), 5–12.
- Korn, D., Bockwinkel, J. and Ebbighausen, V. (2010): The ammonoids from the Argiles de Teguentour of Oued Temertasset (early Late Tournaisian; Mouydir, Algeria). *Fossil Record*, **13**(1), 35–152.
- Kraft, S., Korn, D. and Klug, C. (2008): Patterns of ontogenetic septal spacing in Carboniferous ammonoids. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **250**(1), 31–44.
- Kölbl-Ebert, M. (2014): Eichstätt/Solnhofen and their Lithographic Limestone. In Klug, C. and Etter, W. eds., *Field Guide to the excursions Fossilagerstätten of the southern German Jurassic Mesozoic ammonoid localities of Switzerland and eastern France 9th International Symposium Cephalopods — Present and Past in combination with the 5th International Symposium Coleoid Cephalopods through Time*, Paläontologisches Institut und Museum Universität Zürich, 10–12.
- 好書好日 (2020), 都会の真ん中にアンモナイト! 石材研究の第一人者・西本昌司さんと東京・丸の内で「すごい石」を探した (前編), <https://book.asahi.com/article/13340019>, (2023年10月10日参照).
- Maeda, H. (1991): Sheltered preservation: a peculiar mode of ammonite occurrence in the Cretaceous Yezo Group, Hokkaido, north Japan. *Lethaia*, **24**, 69–82.
- 前田晴良 (1999) : アンモノイドの遺骸は浮くか沈むか? 地質学論集, **54**, 131–140.
- Maeda, H., Mapes, R. H. and Mapes, G. (2003): Taphonomic features of a Lower Permian beached cephalopod assemblage from central Texas. *Palaaios*, **18**, 421–434.

- 三宅隆三・川瀬信一 (1993) : 化石ウォッチング in City. 保育社, 151p.
- 日本科学未来館 科学コミュニケーターブログ (2023), アンモナイト博士と一緒に東京で化石探し! ~入門編~, <https://blog.miraikan.jst.go.jp/articles/20230508ammonite.html>, (2023年10月10日参照).
- 西本昌司 (2017) : 街の中で見つかる「すごい石」. 日本実業出版社, 155p.
- 西本昌司 (2020) : 東京「街角」地質学. イースト・プレス, 200p.
- 大野寛次・下坂康哉 (2000) : フィールドサイエンス ビル街の化石・鉱物わくわく探検隊 名古屋+周辺. 風媒社, 160p.
- Salamon, M. A., Jain, S., Krajewski M., Duda, P., Ferré, B., Benzaggagh, M. and Płachno B. J. (2023): Sheltered preservation of cyrtocrinid crinoids from the Lower Cretaceous of Madagascar and their palaeogeographic significance. *Journal of Palaeogeography*, **12**(1), 69–81.
- 早良 朋 (2019) : へんなものみつけ! 4. 小学館, 192p.
- Wani, R. (2001): Reworked ammonoids and their taphonomic implications in the Upper Cretaceous of northwestern Hokkaido, Japan. *Cretaceous Research*, **22**(5), 615–625.
- Wani, R. (2004): Experimental fragmentation patterns of modern *Nautilus* shells and the implications for fossil cephalopod taphonomy. *Lethaia*, **37**, 113–123.
- Westermann, G. E. G. (1971): Form, structure and function of shell and siphuncle in coiled Mesozoic ammonites. *Life Sciences Contributions*, Royal Ontario Museum, **78**, 1–39.
- Wiley, A. (1902): Contribution to the Natural History of the Pearly Nautilus, II. Special Contribution. In *Zoological Results Based on Material from New Britain, New Guinea, Loyalty Islands and Elsewhere, Collected during the Years 1895, 1896 and 1897, Part VI*, Cambridge University Press, 736–826.