

論文審査の結果の要旨

氏名 望月 貴史

本論文は、生痕化石、すなわち地層中に残された動物の行動の痕跡や巣穴の痕に基づき、カンブリア紀前期に多細胞動物の多様化がどのように生じたのか、そして動物の行動がどう多様化したのかを地球規模の地理的分布を考察しながら解明した論文である。カンブリア紀に生じたと推測される多細胞動物の爆発的出現は「カンブリア爆発」と呼ばれ、古生物学の大きな課題の一つである。従来体化石、すなわち生物体そのものあるいはその一部が化石となった資料を用いて多様化の議論がされてきた。しかしカンブリア前期には、体化石を残す動物に先駆けて化石を残さない動物の進化と多様化、そしてこれらの動物の行動の多様化が存在したことが推測されていた。そこで当論文はカナダ・ニューファンドランド、中国雲南省、モンゴル・ゴビアルタイの3地域での下部カンブリア系の地層の調査に基づき、含まれる生痕化石の多様化、その中の代表的な生痕化石属のサイズ変遷、そして生痕化石を作る動物による海底での行動の活発化がどのように時代や地域によって変化するのかを研究し、その原因について考察したものである。

調査の対象とした地層は、以下の最下部カンブリア系の浅海堆積層である。エディアカラ系とカンブリア系境界 (Pc/C 境界) の模式地となっているニューファンドランド南部の Chapel Island Formation、中国雲南省 Meishucun (梅樹村) の Meishucun Formation、モンゴルのゴビ・アルタイの Bayan Gol Formation。これらから産出する生痕化石について、以下の点に関して比較研究を行った。

連続的に生痕化石が観察されるニューファンドランドの Chapel Island Formation の産出記録から、最下部カンブリア系では生痕化石群の大きな多様化は主に Pc/C 境界直後と、カンブリア系最下部の生痕化石帶である *Treptichnus pedum* 帯とそれに続く *Rusophycus avalonensis* 帯との境界との2層準で観察された。一方で、産出する生痕化石群集の構成に堆積相による違いはほとんど見られなかった。従って、カンブリア紀最前期では生痕化石の多様化プロセスが段階的に生じており、また、現在の海洋底生動物に観察されるような細かく環境に適応した動物の行動が未発達であったことが示された。

次にこの時代に最も多く産出する、チューブ状の生痕化石 *Planolites* の幅長を計測することにより間接的に生痕化石の producer のサイズを推定し、このサイズの時間的変遷を調べた。ニューファンドランドの *T. pedum* 帯では小型の *Planolites* 個体が優勢であったのに対し、続く *R. avalonensis* 帯で様々なサイズの *Planolites* を形成する生物が初めて出現したことが示された。一方、雲南省とゴビ・アルタイでは、既に *T. pedum* 帯で様々なサイズの *Planolites* が存在することが示された。従ってこれら二つの地域ではニューファンドランドより早く、*T. pedum* 帯で既に様々なサイズの *Planolites* を形成する動物が存在していたことが示された。

さらに一定の堆積面を占める生痕化石の密度を測定し、底生動物の活動度が時代や異なる地域でどのように変化するのかを調べた。堆積面上の生痕化石の密度から bedding

plane bioturbation index (BPBI)を計測した結果、ニューファンドランドの *T. pedum* 帯では BPBI は低く、*R. avalonensis* 帯で初めて高い密度(BPBI=3)を示すのに対し、雲南省と Govi・Altai では同等の擾乱強度を示す堆積物が *T. pedum* 帯で既に観察された。従って生物擾乱の激化は雲南省とゴビ・アルタイでいち早く、ニューファンドランドでは遅れて生じていたことが示された。また、上記各地のカンブリア系最下部の堆積物中から原生代型の基質である微生物マットが頻繁に見られたことから、生物擾乱は常に活発ではなく、擾乱の弱体化する時期が頻繁に存在していたと考えられる。

今回の研究結果から、カンブリア紀最前期の生物活動の多様化は、世界各地で同時期に一様に生じていたわけではなく、地域差が存在することが初めて示された。こうした地域差を生じさせる要因の一つとして、当時の各地域の緯度差が考えられる。カンブリア紀最前期に低緯度域に位置していた中国雲南省とモンゴルのゴビ・アルタイでは、高緯度域に位置していたカナダ、ニューファンドランドに先んじて生物の体サイズの多様化と生物活動の活発化が生じ、それが後の時代 (*R. avalonensis* 帯) に高緯度域にまで広がっていったと考えられる。つまり温暖な地域で底生動物の多様化、サイズの大型化、多様化、そして活動度の活発化が生じ、それが寒冷な地域に遅れて伝播していったことが生痕化石のデータから示された。

本論文は海外での地道なフィールド調査に基づき、古生物学、生物学の大問題であるカンブリア紀の多細胞動物の多様化という問題に対し生痕化石という新たな材料から取り組み、カンブリア紀最初期の多様化の実態とその地理的なタイミングの違い、そしてその原因の考察を行っている。これらの点から、審査委員会では全員が論文の独創性・萌芽性と今後の古生物学の新しい発展に寄与した点を高く評価し、本論文を博士（理学）の学位に授けるに値すると判断した。なお、本論文の一部は大路樹生・Zhao Yuanlong, Peng Jin, Yang Xinglian, Gonchigdorj Sersmaaとの共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析し、考察を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

従って、博士（理学）の学位を授与できると認める。