

## 審査の結果の要旨

論文提出者 河野 聖那

先カンブリア時代エディアカラ紀末から古生代カンブリア紀初期にかけて起きた急速な動物の多様化は、カンブリア紀の爆発的進化と呼ばれている。軟体部を保存したカンブリア紀中期の特異な化石産出層が根拠とされたが、実際にはカンブリア紀最初期にすでに微小殻化石(small shelly fossils; SSF)が多様化していた可能性がある。本学位論文ではSSFを多産する南中国雲南省の最下部カンブリア系について、岩相およびSSF生層序についての野外調査と岩石試料採取を複数のセクションで行い、室内で碎屑性ジルコンのU-Pb年代測定およびSSF化石の抽出を試みた。その結果、これまで未報告のSSF化石および群集の発見と、それに関わるカンブリア系最下部の層序改定および年代についての重要な制限情報を得た。これらの新知見は、カンブリア紀初頭に起きた最初の主要な動物多様化事件についての従来の理解に大改変を迫るものである。

本論文は6章から構成される。第1章では、カンブリア紀初期に起きた急速な動物多様化についての従来の研究をレビューし、これまでの研究の到達点と残された問題点を明示した。それを踏まえて本研究で試みる新たな視点・方針と有効な研究手法について説明している。従来はSSFの抽出に特化した研究が多かったのに対し、本研究では野外における高分解能柱状図作成に基づく岩相層序の再検討と広域対比、そして凝灰岩中の火成ジルコンについてのU-Pb年代測定を手法として選び、最下部カンブリア系に正確な年代目盛を与えること、また従来よりも高精度でSSF化石の抽出を試みることを宣言されている。

第2章では、雲南省の最下部カンブリア系の層序の概要を説明し、さらに主要研究対象とした澄江地域小濫田セクションの層序の詳細、また比較のため洪家冲、梅樹村、王家湾、小黄草嶺、朱家青、そして老林の6セクションの層序の詳細について記載している。小濫田セクションのカンブリア系最下部（中誼村部層；層厚約30 m）は主にリン酸塩岩からなり、炭酸塩岩を伴う。これらは生物擾乱や陸現碎屑物を欠くことから、海岸から十分に距離の離れた陸棚沖合の浅海またはより深い大陸斜面で堆積した地層であり、層序学的連続性を持ちかつSSF化石を多産する点で、詳細な層序解析に適している。リン酸塩岩と炭酸塩岩が主体の本セクションの中位に唯一産する黒色泥岩層が、雲南省内の南北約200 kmに渡って追跡されることから、広域対比のための有効な鍵層になることを指摘した。

第3章では、中誼村部層の堆積年代を決定するために測定した凝灰岩層中の火成ジルコンのU-Pb年代について記載している。これまでの年代の報告例をレビューした後、マサチューセッツ工科大学の共同研究者と共に測定した5試料の年代データを記述している。

その結果、同部層の堆積年代の上限が約 5 億 3000 万年前と、従来の推定より約 500 万年古いことを示した。新規データと他セクションの相当層の下位のジルコン U-Pb 年代とを比較して、本鍵層の年代が約 5 億 3000 万-5 億 36 00 万年前に制約されることを示した。

第 4 章では、小濫田セクションの中誼村部層から産した SSF 化石を記載している。従来識別された 5 つの SSF 群集帯の中で、最古の群集 1 (*Anabarites trisulcatus*-*Protohertzina anabarica*) から次の群集 2 (*Paraglobirilus subglobosus*-*Purella squamulosa*) の間で SSF 分類群数の急増や形態の複雑化がおきているので、その移行期に焦点を当て、高分解能で採取した試料中の 26 層準から多数の SSF の抽出に成功した。その結果、*Acanthocasis orthocanthus*-*Protohertzina anabarica* 群集、*Halkieria-Pteromus* 群集、*Ocruranus finial*-*Yunnanopleura bifirmi* 群集、*Paracarinachites sinensis*-*Oelandiella korobkovi* 群集、*Obtusocoonus*-*Conopoconis* 群集、そして *Igorella-Bemella simplex* 群集の 6 群集を識別した。新たに識別した *Halkieria-Pteromus* 群集に含まれる 2 種類の二枚殻を持つタクサは形態的特徴から節足動物の貝形虫と同定され、世界最古節足動物化石に相当する。節足動物や軟体動物の初出現時期が従来の推定より約 1400 万年も早く、カンブリア紀最初期であったことをつきとめた。

第 5 章では、新しいデータに基づき、次の 4 項目について地質学的意義を考察している。1) 世界で最も豊富な SSF 群集を産する雲南省の最下部カンブリア系の堆積場の復元、2) 新たに識別した最下部カンブリア系の中の鍵層の有用性、3) SSF 層序の改定、そして 4) 最初期の節足動物の出現時期についてである。いずれも従来の一般的理解の変更を要求する内容であり、今後のカンブリア紀最初期の動物多様化の研究に大きな指針を与えるものである。

第 6 章は全体の総括である。カンブリア紀最初期の動物多様化事件について、新たに解明した事実とその考察の結果を以下の 4 点にまとめている。1) SSF を多産する南中国雲南省の最下部カンブリア系は鍵層をもちいて高精度で広域対比できる。2) 新たに設定した blade 状 SSF を主体とする群集帯を含め、SSF 群集帯区分を改良・細分化できた。3) 最古の貝形虫を含め、節足動物の出現は従来の想定よりも 1400 万年以上古かった。4) カンブリア紀の動物多様化は最初期のフォーチュニアン期に本格化した。

以上のように本論文は、地球生命史の中の重大事件の一つである動物の急速な多様化について従来の理解を大きく変更する知見をもたらしており、この研究分野の進展に大きく貢献した。

よって本論文は博士（学術）の学位請求論文として合格と認められる。