

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 5月15日現在

機関番号：13101

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011年度～2012年度

課題番号：23740376

研究課題名（和文） 中期古生代の放散虫絶滅事変：種群交代と環境要因から探るプランクトン生態系の変革

研究課題名（英文） Radiolarian extinction event in the Middle Paleozoic

研究代表者

栗原 敏之 (KURIHARA TOSHIYUKI)

新潟大学・自然科学系・准教授

研究者番号：10447617

研究成果の概要（和文）：本研究では、前期デボン紀における絶滅を伴った放散虫の変遷過程を明らかにすることを目的として、日本とモンゴルの珪質岩を対象に群集組成の変化と時間スケール、環境要因を検討した。その結果、前期デボン紀中頃と推定される Inaniguttidae 科の衰退期には、生存期間の短い日和見種が現れ、その後に中期デボン紀以降に繁栄する Entactiniidae 科の卓越する群集に移行していくことが明らかになった。モンゴルのチャートの化学組成の検討から、この絶滅現象は、大規模火成活動に伴う環境変動と因果関係がある可能性がある。

研究成果の概要（英文）：Radiolarian faunal transition and geochemistry of Upper Silurian to Middle Devonian siliceous rocks in Japan and Mongolia were investigated to understand a possible mass extinction event in Early Devonian time. The result of the present study indicates the following faunal transition process: (1) the decline and subsequent extinction of Inaniguttidae occurred in the middle Early Devonian, (2) Palaeoscenediidae that is a typical opportunistic group occupied a late Early Devonian radiolarian fauna, and (3) subsequent diversification of Entactiniidae became pronounced in the Middle Devonian. Based on the results of geochemical analysis of chert, there is a possibility that this extinction event has a causal relationship with Early Devonian environmental change attributed to a large igneous activity.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・地質学

キーワード：放散虫，プランクトン，中期古生代，デボン紀，大量絶滅，堆積岩化学組成，黒瀬川帯，モンゴル

## 1. 研究開始当初の背景

中期古生代（シルル紀～デボン紀）は、温室期が長く続き、カンブリア紀に出現したプランクトンである放散虫にとって最初の繁栄期となった時代である。また、「植物の陸上進出」と「魚類の進化・放散」という海洋-陸上生態系の二大変革もあった。この時代における生物相の急変として広く知られているのは、後期デボン紀の事変（F/F 境界）

で、CO<sub>2</sub>濃度の急激な低下による寒冷化や無酸素水塊の拡大が大量絶滅を起こしたとされる。しかし、この事変で影響を受けたのは低緯度の浅海生物相であり、全球的環境激変・大量絶滅と捉えるかどうかは疑問符が付く（House, 2002）。プランクトン相に関してもこの事変での変化は顕著ではない。

一方、Nazarov and Ormiston (1985)は、オルドビス紀～シルル紀に繁栄した「大型（250～300 μm）で単純な骨格をもつ球状放散虫

(Inaniguttidae 科)」から「小型 (100~160 μm) で複雑、繊細な内部骨格をもつ放散虫 (Entactiniidae 科)」への大規模な交代がデボン紀前期のある時期に起こったとした。梅田 (2002) も同様な指摘をしたが、放散虫群集の大規模交代時における詳細な変遷過程は示されておらず、地球化学的手法による環境変動の検討が行われていないなど、研究の余地を多く残していた。

## 2. 研究の目的

本研究では、前期デボン紀の絶滅を伴った放散虫の変遷過程について、日本とモンゴルの中期古生代珪質岩を対象に以下の(1)~(3)の項目を検討する。これによって群集組成の変化とその時間スケールおよび環境要因を把握し、そこから絶滅事変としての実体を明らかにすることを目的とした。

- (1) 西南日本黒瀬川帯の上部シルル系~デボン系 (横倉山地域、鴻ノ森地域) における放散虫の層序分布および群集組成の検討。
- (2) モンゴル中央部ハンガイーヘンテイ帯の石炭紀付加体 (ゴルヒ層) に含まれる後期シルル紀~中期デボン紀遠洋性チャートにおける放散虫の層序分布・群集組成の検討およびコノドントによる年代のクロスチェック。
- (3) ゴルヒ層のチャート・細粒碎屑岩の化学組成による堆積場の検証と海洋環境変動の検討。

## 3. 研究の方法

2年間の研究期間では、日本およびモンゴルのシルル系~デボン系を対象に上記(1)~(3)に対応する内容を以下の方法で検討を行った。

- (1) 黒瀬川帯の高知県横倉山地域と鴻ノ森地域に分布する上部シルル系~下部デボン系中畑層とその相当層について野外地質調査を実施し、連続的な層序断面における地質情報の収集 (ルートマップ・柱状図作成) と放散虫化石抽出用の岩石試料採取を行った。その後、室内作業として、酸処理による放散虫化石の抽出を行い、種の同定、層序分布および保存良好かつ多量の放散虫を含む試料の群集組成を検討した。
- (2) 平成23年度にモンゴル中央部ハンガイーヘンテイ帯ウランバートルテレーンのゴルヒ層を対象とする野外調査を行った。これまでの研究 (Kurihara et al., 2009) で概査された層序断面においてチャート・細粒碎屑岩の記載と試料採取を行った。その後、(1)と同様の作業を行い、既存研究との対比およびコノドントによるクロスチェックにより(1)および(2)で得られた放散虫群集の年代を決定した。
- (3) (2)で採取したチャートと細粒碎屑岩につ

いて粉末試料を作成し、新潟大学理学部地質科学科所有の蛍光 X 線分析装置 (RIX3000) にて主要元素と微量元素濃度を測定した。これと並行して、新潟大学大学院自然科学研究科の ICP-MS (Agilent7500a) にて希土類元素と一部の微量元素濃度を測定した。得られた分析値を基に、堆積環境の判別 (Murray, 1994 等を参考にした) や酸化還元環境の変化に敏感な微量元素の挙動について検討した。

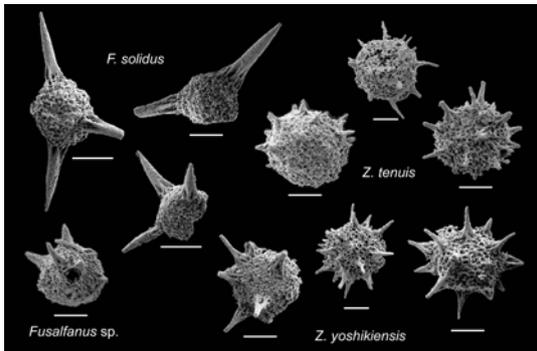
以上の項目を検討し、後期シルル紀~中期デボン紀の放散虫群集の変遷過程と堆積岩化学組成の検討結果を統合し、放散虫の消長と外部環境の変化に対するその応答に解釈を与える。これによって絶滅事変としての実体に迫るという目的の達成を目指し、研究を行った。

## 4. 研究成果

研究目的の(1)について検討を行い、以下の結果が得られた。すなわち、横倉山地域の中畑層下部においては、後期シルル紀から繁栄していた大型球状放散虫である *Zadrappolus* 属などの Inaniguttidae 科が卓越し、より上位の層準になるとそれらは徐々に衰退し、代わりに Palaeoscenidiidae 科 (*Pactarentinia*, *Tlecerina* 属など) が急速に繁栄するという現象 (動物群のターンオーバー) が認められた (下図)。

	Inaniguttidae			Ceratoikiscidae			Palaeoscenidiidae				
	<i>Fusafanus</i> sp.	<i>Zadrappolus yoshikiensis</i>	<i>Zadrappolus tenuis</i>	<i>Futobari solidus</i>	<i>Ceratoikiscum lyratum</i>	<i>Giantia fragilis</i>	<i>Protoholoeciscus hindea</i>	Palaeoscenidiidae	<i>Defiantica solidum</i>	<i>Pactarentinia holdsworthi</i>	<i>Tlecerina horrida</i>
2010032717											
2010032715								○	○		○
2010032714								○		○	○
2010032713									○	○	○
2010032712								○			○
2010032709								○		○	○
2010032708								○		○	○
2010032707								○			○
2010032706											○
2010032705											○
2010032704										○	○
2010032703											○
2010032702											○
2010032701								○		○	○
2010032607										○	○
2010032606										○	○
2010032605							○		○	○	
2010032604											
2010032603										○	
2010032602										○	
2010032601										○	
2010032803										○	
2010032805										○	
2010032806										○	
2010032807										○	
2010032809									○	○	○
2010032810										○	
2010032811			○						○		
2010032812		○	○		○						
2010032815		○	○	○	○						
2010032816		○	○	○	○						
2010032820		○	○	○	○						
2010032822		○	○	○	○						

なお、次に示す *Inaniguttidae* 科の放射虫化石は、横倉山地域としては初めて見いだされたもので、放射虫化石による国際的な年代対比にも重要な化石産出情報である。



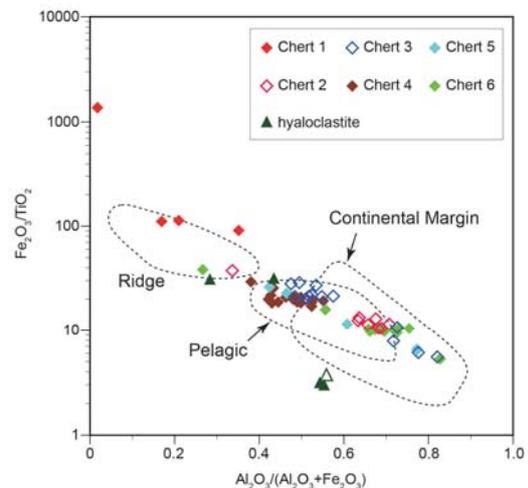
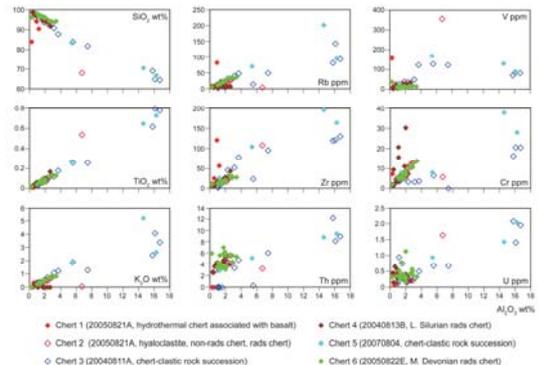
また、鴻ノ森地域の珪長質凝灰岩層では、セクション下部で *Inaniguttidae* 科が卓越するが、より上位の層準になると属種不明の球状放射虫が増加し、最上部では *Palaeoscenediidae* 科に占有されるという群集変化が見られた。なお、このセクションからはジルコンの U-Pb 年代(約 408 Ma)が報告されており (Aitchison et al., 1996), 最新のタイムスケール (Gradstein et al., 2012) に基づくと、群集交代の起こった時期は前期デボン紀 *Pragian* である可能性が高い。次に、(2)について検討を行った結果、*Entactiniidae* 科を主体とする群集が中期デボン紀 *Eifelian* には出現したことが確認された。

以上の結果を総合すると、前期デボン紀 *Pragian* に *Inaniguttidae* 科の絶滅があり、その衰退期から生存期間の短い日和見種 (属種不明の球状放射虫) が現れ、前期デボン紀 *Emsian* にかけて *Palaeoscenediidae* 科に占有されるようになる。その後、中期デボン紀になり、*Entactiniidae* 科が主体となる群集に移行していくことが明らかになった。

(3)については、野外調査において 1) 下位に海山起源の苦鉄質火山岩を伴うチャート、2) 層序的上位に向かい砕屑岩に漸移するチャート、3) 他の岩相と断層で接するチャート、を認識し、記載岩石学的な検討を行った。その結果、特に 1) と 2) について、前者は火山砕屑物供給の減少に伴い放射虫チャートに漸移する変化様式、後者では放射虫チャート～泥質チャート・珪質頁岩への移化に伴う放射虫殻含有量の減少および砕屑物の増加、を見いだした。また、3) は岩相的にほぼ均質な放射虫チャートからなり、砕屑岩を挟在しないことが確認された。

このようなチャート・細粒砕屑岩 71 試料について全岩化学組成分析を行った結果、苦鉄質凝灰岩からチャートへの漸移部では  $\text{SiO}_2$  の増加に従い、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  と  $\text{MnO}$  の減少が示

された。これは海山近傍の熱水活動によって放出された Fe と Mn が酸化・沈殿し、活動の減衰によりこれらが減少したことによると考えられる。また、チャートから砕屑岩に移化する層序では、上位に向かい  $\text{SiO}_2$  の減少と陸源性の  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ , Zr 等の顕著な増加が認められ、遠洋域から大陸近傍への堆積場の移動が示唆された。以下にゴルヒ層のチャート・細粒砕屑岩について、 $\text{SiO}_2$  等 9 元素の  $\text{Al}_2\text{O}_3$  規格値および Murray (1994) による堆積場の判別図上にプロットしたものを示す。



また、海洋環境変動の検討として、*Emsian*～*Eifelian* のチャートについて酸化還元環境の指標となる微量元素 (V, Cr, U) の挙動に注目したが (上図)、環境変動を示す有意なデータは得られなかった。ただし、Mn や Ni の濃度が高い層準が見いだされており、この時期にチャートが堆積していた海洋プレート内で起こったプレューム性の火成活動 (Tsukada et al., 2013) との関連が示唆される。すなわち、前期デボン紀における放射虫の絶滅は、白亜紀 OAE の発生機構と似た、大規模火成活動に伴う環境変動と因果関係がある可能性がある。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

① Tsukada, K., Nakane, Y., Yamamoto, K., Kurihara, T., Otoh, S., Kashiwagi, K., Minjin, C., Sersmaa G., Manchuk, N. Niwa, M., Tokiwa, 2013, Geological setting of the basaltic rocks in an accretionary complex, Khangai-Khentei belt, Mongolia. *Island Arc*, 22, 227-241. doi:10.1111/iar.12028. 査読有.

〔学会発表〕(計3件)

① 栗原敏之・遠藤龍馬, 黒瀬川帯横倉山地域中畑層における Inaniguttidae 科放射虫化石, 日本地質学会第119年学術大会, 2012年9月10日, 大阪府立大学

② Kurihara, T., Tsukada, K., Otoh, S., Manchuk, N., Matsumoto, A., Sersmaa, G., Minjin, Ch., Late Silurian to Devonian pelagic facies in the Khangai-Khentei belt, central Mongolia (Central Asian Orogenic Belt) and its radiolarian age. *Berichte des Institutes für Erdwissenschaften, Karl-Franzens-Universität Graz, Band 16*, 66-67. Opening Meeting of IGCP 596 (Climate change and biodiversity patterns in the Mid-Paleozoic), 2011年9月20日, グラーツ, オーストリア.

③ Kurihara, T., Latest Silurian and Early Devonian radiolarian assemblages from tuffaceous rocks in the Tomochi area of the Kurosegawa Terrane, central Kyushu, Southwest Japan. *Berichte des Institutes für Erdwissenschaften, Karl-Franzens-Universität Graz, Band 16*, 65. 2011年9月20日, グラーツ, オーストリア.

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

栗原 敏之 (KURIHARA TOSHIYUKI)

新潟大学・自然科学系・准教授

研究者番号: 10447617