様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科研費 KAKENHI

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　２ 年　４ 月 １２ 日現在

機関番号：３４５０１
研究種目：挑戦的萌芽研究
研究期間：2016～2019
課題番号：１６Ｋ１３８９９
研究課題名（和文）放散虫化石の上位層への混入の謎に挑む

研究課題名（英文）Challenging the enigmatic co-occurrence of radiolarians of different ages

研究代表者
桑原　希世子（Kuwahara, Kiyoko）

芦屋大学・臨床教育学部・非常勤講師

研究者番号：２０５０７１３１
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　2,300,000円

研究成果の概要（和文）：美濃帯の上部ペルム系チャートの大型研磨片の研磨面とエッチング面の詳細な観察を行った結果，薄層の分断，ジグソーパズル状組織などの未固結変形と判断される変形構造が見出された．チャートの色の異なる部分には，いずれも堆積年代を示す化石を含むものの種構成が異なる群集が含まれる．未固結時における珪質堆積物の変形と注入によって，放散虫化石群集に混合が生じた可能性がある．

研究成果の学術的意義や社会的意義
チャート中に含まれる放散虫化石群集に再堆積とみなせる化石が含まれていることは知られているが，その産状を調べた研究は非常に少ない．本研究では，層状チャートの単層中に未固結時の変形を多数見いだし，放散虫化石群集の混合と関連づけたことで意義がある．今後，放散虫だけでなく微化石層序全般に対して大きなインパクトを与える可能性がある．

研究成果の概要（英文）：We found some unconsolidated deformation structures such as disruption of thin layer and jigsaw puzzle structure in the Upper Permian radiolarian chert of the Mino Terrane, Japan. Though all parts of the chert yield the index radiolarians indicating the depositional age, different colored parts of the chert contain different radiolarian assemblage. We consider that the deformation of siliceous sediments during under an unconsolidated condition possibly resulted in the contamination of different radiolarian assemblages.

研究分野：古生物学

キーワード：層状チャート　未固結変形　放散虫化石

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９（共通）

１．研究開始当初の背景

微化石一般に、既知の産出上限を超えて産出することが知られている。これを生き残り種として生存期間を改訂するか、再堆積として扱うか、大変難しい問題である。ペルム系中部統の示準化石フォリクックルス（放散虫）は、広範囲に多産する示準化石であり、ペルム紀中部統上部階に最も繁栄した. しかしペルム紀中世末に急速に衰退後、三畳系中部統にまでわずかながら産出するという報告例が知られている。このように古い時代の化石が新しい時代に産出したとき、生き残りなのか再堆積なのかをどのように判別すればよいのだろうか？

これまでに日本･ロシア･ニュージーランドの三畳系から､フォリクックルスが報告されている。Bragin(1991)は、ロシアの三畳系層状チャートからのフォリクックルスを、ペルム紀型放散虫の生き残りと考え、新種記載した。Takemura et al. (2007)は、ニュージーランドの三畳系層状チャートの化石群集変遷から、ペルム紀放散虫の一部が絶滅を生き延びたと推測した。一方、Sugiyama(1991)は、日本の美濃帯三畳系の珪質泥岩のエッチング面の観察から、礫状に含まれるチャート部にフォリクックルスの含まれることを示し、ペルム紀放散虫が三畳系に再堆積していることを指摘した。

中国や北アメリカの珪質岩・石灰質岩の研究では、フォリクックルスの産出はペルム系中部統に限られ、ペルム系上部統からは一切見出されない。このことから、日本のペルム系上部統からのフォリクックルス産出を疑問視する見解がでるほどである（Nestell and Nestell, 2010)。たしかに日本の美濃帯層状チャートからは三畳紀中世までフォリクックルスが検出される（例えば八尾・桑原，1997)。しかし、ペルム紀新世以降のフォリクックルスは、数が少なく散点的で“不思議な産出”を示すこともまた事実である。同様に、ペルム紀新世の層状チャートからペルム紀中世のシュードアルバイレラ、ペルム紀古世のアルバイレラまでも見つかる例がある。これら放散虫の全てがペルム紀新世にまで生存期間をもつとは考え難い。研究代表者は化石処理の過程で、ペルム系上部統の層状チャート内部に墨流し状変形､褶曲､角礫状構造などの未固結変形を見出した。ペルム紀新世以降のフォリクックルスを再堆積・混入のマーカーと仮定し、層状チャートの未固結時変形構造を検討すれば、問題解決の手がかりを得られないかという着想に至った。

２．研究の目的

上部ペルム系のフォリクックルスのような“不思議な産出”の放散虫化石を含むチャート試料のエッチング面の観察で、その産出状況を詳しく把握し、混入状況を明らかにしたいと考えた。チャートの組織・構造に着目し、再堆積を示すような構造がないかどうかを調査する。上部ペルム系に産するフォリクックルス属放散虫の産出の原因を、上位層への再堆積･混入とする作業仮説をたてて研究を実施する。フォリクックルス属とチャートの堆積構造・未固結時変形構造に着目し、層状チャートにおける放散虫殻の再堆積・上位層への混入の実態を探ることが本研究の目的である。

３．研究の方法

(1) 野外調査：研究代表者および分担者は、美濃帯ペルム系上部統の層状チャートを対象とし、岐阜県郡上八幡・根尾地域、滋賀県彦根地域で野外調査を実施した。これらの地域には、保存良好なペルム紀新世放散虫化石が産出するセクションが知られている。野外では、層状チャートの露頭スケッチと写真撮影、チャートの肉眼観察と記載、および、試料採取を行った。

(2) 研究試料と研磨片の観察：滋賀県彦根地域では鍋尻山１セクションからチャート 30 試料を採集した。採集した試料の多くは 10～15 ㎝大である。層理面に対してほぼ垂直な方向に試料を切断し、チャート 28 試料から厚さ 1 ㎝前後の切片試料 41 枚を作成した。チャート切片の片面を#800 の研磨剤で仕上げ研磨を行って、観察に用いた。また、岐阜県郡上八幡地域では、チャート 6 試料を採取し、大型研磨片を作成した。研磨片は観察・スケッチ・写真撮影を行い、未固結変形や礫状の構造などを精査した。さらに岐阜県郡上八幡地域での採集済、エッチング済の 113 試料についても検討した。

(3) エッチング面での放散虫化石の確認：鍋尻山１セクションの大型研磨片のうち 9 試料をフッ酸処理しエッチングを行った。エッチング面で放散虫化石の含有状況を確認し、一部の種を同定した。さらに最も顕著な変形構造の見られるチャート研磨切片 1 枚中の色調の異なる部分から、約１ ㎝角のサイコロ状試料を切り出して放散虫の個体抽出を試みた。この作業の目的は異なる放散虫群集の混在の有無を検討することで、サイコロ状試料の色調、組織が均質であることを肉眼で観察し、異質なチャートの混入や未固結変形と思われる構造が含まれていないことを確かめたうえで放散虫化石の個体抽出作業を行った。

４．研究成果

(1) 鍋尻山１セクション

チャート研磨切片を肉眼および実体顕微鏡で観察した結果、観察した試料の多くに、薄層の膨縮やブーディン状の変形、なんらかの液状化物による薄層の屈曲や分断、角礫化（ジグソーパズル状組織)、薄層や角礫周囲の基質部の流動組織、有機質レンズの正断層状の分断といった、様々な変形構造が認められた。これら変形構造は石英脈に切られており、未固結～半固結時の変形と

判断できる。変形はいずれも、未固結から半固結状態での珪質堆積物が、液状化物の注入により、分断され、移動することで生じたと考えられる。
　次に、研磨片にフッ酸エッチングを施し、9 試料のうち 7 試料から放散虫化石を識別した。ネオアルバイレラ・オプティマ帯の試料では、角礫化した部分、基質状部のいずれからも指標種であるアルバイレラ・トリアンギュラリスが産した。エッチング面でフォリククルスが含まれたのはわずか 2 個体であったが、角礫化した部分、基質状部のそれぞれから産した。このことから，上部ペルム系にフォリククルスは異地性の礫ではなく、いずれも個体として含まれているといえる。
　チャートの薄層の分断を示す試料でチャートの色の異なる部分を切り出し、放散虫化石を個体分離した結果、いずれもアルバイレラ・トリアンギュラリスを含むものの、ラテンティフィストラリアに属する各種の含有量と種構成が大きく異なる群集が含まれていた。

（2）郡上八幡セクション
　大型研磨片 6 試料のうち 1 試料に特異な内部構造が認められた。層理面に斜交する不定形淡色部の貫入であり、淡色部は周囲に比べて放散虫殻をより多く含んでいる。上部ペルム系でフォリククルスを産する別の試料では、放散虫殻の密集部が、放散虫殻の乏しい部分に脈状に含まれていることが明らかになった。これらの構造は、放散虫殻を多く含んだ珪質堆積物の液状化物が、半固結状態～固結状態のチャートに注入した結果と判断できる。

（3）まとめ
　今回の研究で、当初目的としたような、化石帯をまたいでの放散虫殻の移動の直接的な証拠を見出すことはできなかった。フォリククルスの生存期間についても言及できない。しかし、フォリククルスが個体として上部ペルム系に含まれていること、厚層状チャートで変形構造が多く認められること、チャートの色の異なる部分には、いずれも堆積年代を示す化石を含むものの種構成が異なる群集が含まれることが明らかになった。未固結時における珪質堆積物の変形と注入によって、放散虫化石群集に混合が生じた可能性を示すことができた。
　また、予想以上に、チャートの変形構造についての事例を多く集めることができた。変形の生じた場は、遠洋域深海底と付加体内部のいずれかが想定される。今後、変形の時期やメカニズムについても、検討していく必要がある。

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計4件（うち査読付論文　3件／うち国際共著　2件／うちオープンアクセス　2件）

１．著者名 佐野弘好、高野敦史、宮本和輝、尾上哲治	４．巻 123
２．論文標題 美濃・丹波帯の上部三畳系珪質ミクライトの堆積場	５．発行年 2017年
３．雑誌名 地質学雑誌	６．最初と最後の頁 163-178
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 CARIDROIT, M., DANELIAN, T., O'DOGHERTY, L.,CUVELIER, J., AITCHISON, J. C., POUILLE, L., NOBLE, P., DUMITRICA, P., SUZUKI, N., KUWAHARA, K., MALETZ, J., FENG Q.	４．巻 39
２．論文標題 An illustrated catalogue and revised classification of Paleozoic radiolarian genera	５．発行年 2017年
３．雑誌名 Geodiversitas	６．最初と最後の頁 363-417
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

１．著者名 Kuwahara, K. and Sano, H.	４．巻 21
２．論文標題 Upper Middle to lower Upper Permian latentifistularian (Radiolaria) interval zones of the Mino Belt in the Mt. Funabuseyama area, central Japan	５．発行年 2017年
３．雑誌名 Paleontological Research	６．最初と最後の頁 422-440
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi:10.2517/2017PR004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

１．著者名 Suzuki, H., Ja, L., Maung, M., Thin, A. K. and Kuwahara, K.	４．巻 24
２．論文標題 The first report on Early Cretaceous Radiolaria from Myanmar	５．発行年 2020年
３．雑誌名 Paleontological Research	６．最初と最後の頁 103-112
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi:10.2517/2019PR017	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕　計16件（うち招待講演　0件／うち国際学会　3件）

1．発表者名 佐野弘好・太田泰弘・杦山哲男
2．発表標題 岐阜県舟伏山東部，美濃帯のペルム系円原石灰岩
3．学会等名 日本古生物学会2017年年会・総会
4．発表年 2017年

1．発表者名 太田泰弘・佐野弘好・杦山哲男
2．発表標題 岐阜県山県市円原地域で発見されたParafusulina属とCancellina属が共産する灰白色石灰岩の地質年代について
3．学会等名 日本古生物学会2017年年会・総会
4．発表年 2017年

1．発表者名 杦山哲男・佐野弘好・太田泰弘
2．発表標題 美濃帯のペルム系円原石灰岩からイシサンゴ化石を発見
3．学会等名 日本古生物学会2017年年会・総会
4．発表年 2017年

1．発表者名 太田泰弘・佐野弘好・牧野帆乃香
2．発表標題 カナダ，ブリティッシュコロンビア州南部Cache Creek村近郊のMarble Canyon石灰岩から産出したNeoschwagerina属について（予報）
3．学会等名 日本古生物学会2017年年会・総会
4．発表年 2017年

１．発表者名
桑原希世子・佐野弘好

２．発表標題
異なる年代を示す放散虫共存の謎に挑むー美濃帯ペルム系チャートでの事例

３．学会等名
日本古生物学会2017年年会・総会

４．発表年
2017年

１．発表者名
指田勝男・佐野弘好・堀田千二海・上松佐知子

２．発表標題
大分県津久見市網代島のチャートから産する前期および中期三畳紀の前期を示す放散虫化石

３．学会等名
日本古生物学会2017年年会・総会

４．発表年
2017年

１．発表者名
佐野弘好・指田勝男・中江訓・上松佐知子・奥村よほ子

２．発表標題
足尾帯の中部三畳系珪質岩に貫入した堆積同時性玄武岩シル（1）:産状

３．学会等名
日本地質学会第124年学術大会（2017愛媛）

４．発表年
2017年

１．発表者名
中江 訓・佐野弘好・指田勝男・上松佐知子・奥村よほ子

２．発表標題
足尾帯の中部三畳系珪質岩に貫入した堆積同時性玄武岩シル（2）:全岩化学組成から推定される起源

３．学会等名
日本地質学会第124年学術大会（2017愛媛）

４．発表年
2017年

１．発表者名
牧野帆乃香・佐野弘好・太田泰弘

２．発表標題
カナダ,ブリティッシュコロンビア州南部,Cache Creek Terraneのペルム系Marble Canyon石灰岩(中～上部 Guadalupian)の岩相

３．学会等名
日本地質学会第124年学術大会（2017愛媛）

４．発表年
2017年

１．発表者名
桑原希世子・佐野弘好

２．発表標題
異なる年代の放散虫化石共存の謎－サバイバルか?再堆積か? －美濃帯ペルム系チャートの例

３．学会等名
日本地質学会第124年学術大会（2017愛媛）

４．発表年
2017年

１．発表者名
Kiyoko KUWAHARA & Hiroyoshi SANO

２．発表標題
Upper Capitanian to lower Wuchiapingian (Permian) latentifistularian interval zones and the phylogeny of their nominal species

３．学会等名
InterRad XV in Niigata 2017（国際学会）

４．発表年
2017年

１．発表者名
Paleozoic Genera Working Group (Jonathan AITCHISON, Martial CARIDROIT, Jessie CUVELIER, Taniel DANELIAN, Paulian DUMITRICA, Qinglai FENG, Kiyoko KUWAHARA, Jorg MALETZ, Paula NOBLE, Luis O’DOGHERTY, Lauren POUILLE & Noritoshi SUZUKI)

２．発表標題
Paleozoic genera and the history of their study

３．学会等名
InterRad XV in Niigata 2017（国際学会）

４．発表年
2017年

１．発表者名 Hisashi SUZUKI, Maung MAUNG, Aung Kyaw THIN & Kiyoko KUWAHARA
２．発表標題 Early Cretaceous radiolarians from That-tu bedded chert in Tagaung Taung area, Myanmar
３．学会等名 MAESA-2017（国際学会）
４．発表年 2017年

１．発表者名 佐野弘好
２．発表標題 岐阜県舟伏山東部の美濃帯ペルム系石灰岩
３．学会等名 日本古生物学会第167回例会
４．発表年 2018年

１．発表者名 桑原希世子・佐野弘好
２．発表標題 異なる年代を示す放散虫共存の謎に挑むー美濃帯ペルム系チャートでの事例（その2）
３．学会等名 日本古生物学会第167回例会
４．発表年 2018年

１．発表者名 桑原希世子・佐野弘好
２．発表標題 Latentifistularia目放散虫に基づく中ー上部ペルム系間隔帯（岐阜県西部舟伏山地域）
３．学会等名 日本古生物学会第166回例会
４．発表年 2017年

〔図書〕　計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

－

6．研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究分担者	佐野　弘好 (Sano Hiroyoshi) (80136423)	九州大学・理学研究院・教授 (17102)	