

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月15日現在

機関番号： 15201
 研究種目： 基盤研究(C)
 研究期間： 2009～2011
 課題番号： 21540472
 研究課題名（和文） 中国地方における第三系の年代と地質学的背景の再検討
 研究課題名（英文） Reexamination of ages and geological backgrounds of Paleogene and Miocene in Chugoku District
 研究代表者 澤田 順弘(SAWADA YOSHIHIRO)
 島根大学・名誉教授
 研究者番号： 80196328

研究成果の概要（和文）：岡山県の上部始新統，島根半島，出雲市南方，宍道湖南岸，隠岐群島，中国山地における下部・中部中新統の地質学，古地磁気学，古生物学，年代学的研究から，日本海拡大前後の年代について従来とは異なる結果を得，また堆積と古生物の棲息環境とその変化，テクトニクスが解読された。本科学研究費の課題に沿った研究成果を中心に地質学雑誌の特集号「中国地方の下・中部新生界の研究：層序・年代・古環境・テクトニクス」としてまとめた。

研究成果の概要（英文）：Geological, paleomagnetic, paleontological and geochronological studies have been done for the upper Eocene in the Okayama Prefecture, lower to middle Miocene from eastern Shimane Prefecture and north Okayama Prefecture, and have resulted in the different ages from previous reports, clarified sedimentological and paleontological environments and tectonics during Japan Sea opening. Five papers concerning with this project were submitted to the special issue of the Journal of the Geological Society of Japan.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

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：中新統，古第三系，中国地方，年代，テクトニクス，火山活動，化石，堆積環境

1. 研究開始当初の背景

言うまでもなく，日本列島を含む地域は

典型的な島弧-海溝系であり、また、背弧海盆もかかえる地球科学の上で極めて重要な場である。後期古第三紀から中新世にかけての時期は、日本海の拡大というビッグなイベントの前後にあたる。中国地方にはこの時期の地層や火山岩類が保存されており、イベント解明にとって絶好のフィールドである。中国地方の堆積岩や火山岩類を中心とした第三系は瀬戸内海沿岸域、中国山地脊梁地域、および山陰海岸沿いに分布する。これらを対象とした研究の中で、この20数年間に既存の考えを覆す新知見が幾つか報告された。その中でも重要なものは年代学的な問題である。例えば、瀬戸内海沿岸域における神戸層群に代表されるもので、1990年代以前には中新統とされていた地層の多くが始新-漸新統に変更されたことや（Suzuki, 1999; 松浦, 2001; 鈴木ほか, 2003; 田中ほか, 2003など）、山陰地方における下部中新統の標準層序とされてきた「波多層」とその相当層が中部中新統とされたことである（沢田・板谷, 1987; 井上, 1991; 松浦ほか, 2006; 沢田ほか, 2008）。さらに、中部中新統とされてきた川合層の一部には下部中新統に属するものが含まれており（沢田・板谷, 1987; 沢田ほか, 2008）、島根県下の下部・中部中新統の実態と年代を根本的に再検討する必要に迫られている。言うまでもなく、年代は地史解明の根幹をなすものであり、年代が異なることによって地質学的にみて多くの問題が派生してくる。

Otofujii and Matsuda (1983)による島根県下における第三系を対象としたFT年代と古地磁気学からの西南日本の回転運動と日本海の拡大事変の提案は画期的なものであった。それから25年以上経過し、時代は地質学を基礎とした新たなテクトニクスの提案を要求している。

2. 研究の目的

ここ20数年の間に、中国地方における上部古第三系や中新統の年代、および生成環境に関して、従来の見解とはまったく異なる事実が明らかになってきている。これらの新知見は中国地方におけるテクトニ

クスを含む地史を大幅に塗り替えることを意味する。本研究は地質学を基礎として、放射年代学、古生物年代学、堆積学、古生物環境学、古地磁気学的研究を行い、それを総合化し、地史を明らかにすることに意義がある。このことは島弧-海溝系や背弧海盆の形成メカニズムを考える上で大きな貢献をするものである。

本研究では、この20数年間の中国地方における第三系研究について総括し、地質学、年代学、古生物学、堆積学、火山学、古地磁気学など多方面から総合的に検討することにより、テクトニクスや地史を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

以下のような研究を計画した。地質調査と試料採取の対象地域は（1）島根半島と山陰内陸部、隠岐諸島の下部・中部中新統、（2）中国脊梁地域の中新統備北層群、（3）瀬戸内海沿岸地域に分布する岡山県井原地域の浪形層と広島県三原市の「第三系」高坂層である。研究手法は地質調査、層序の確立、堆積相解析、微化石層序と生息環境解析、貝化石層序と生息環境解析、K-Arおよび $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ 年代測定、スピナー磁力計および超伝導磁力計を用いた古地磁気測定。また、2009年9月岡山理科大学で開催の日本地質学会第116年学術大会においてシンポジウムを開催し、中国地方における古第三系と新第三系の地質学的問題点を明らかにし、日本列島の他地域との比較、および地質学以外の分野からの提言を受ける。

具体的な研究計画としては以下の通りであった。

（1）上記（i）（ii）（iii）の地域の詳細な地質調査を行う。

（2）島根半島における下部中新統古浦層の堆積環境の復元。汽水棲貝類化石群の検討。

（3）島根県下における下部・中部中新統についてK-Ar年代、 $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ 年代、ジルコンのフィッシュン・トラック（FT）年代、微化石や貝化石を用いた古生物年代から年代を確定する。

（4）宍道湖以南の下部・中部中新統の古地

磁気学方位を明らかにし、中国地方の回転運動の時期と様式を推定する。

(5) 瀬戸内海沿岸地域において、従来、「中新統」とされている岡山県井原地域の浪形層の貝類化石群の再検討を行い、年代と棲息環境を明らかにする。広島県三原市の「第三系」高坂層の海成層の分布を明らかにし、貝類化石群に基づく地質年代の再検討を行う。

(6) 以上を総合化し、中国地方における日本海拡大期前後（グラベン形成、湖水域から海水域への最初期海進、日本海拡大のクライマックス）の地史やテクトニクスを明らかにする。

4. 研究成果

(1) 岡山県下の新生界の新たな知見

浪形層からは従来、中新世の貝類が報告されていたが、再検討の結果、8種の腹足類、13種の二枚貝類、1種の掘足類が産し、それらの中には後期始新世～漸新世を示す種が含まれることが明らかとなった。最近の板鰐類群集や予察的な安定ストロンチウム同位体比のデータを統合すると、浪形層の年代は後期始新世に限定される。かつての「第一瀬戸内」は異なった2時期の海域からなることが明らかにされた。一つは後期始新世のもので、南側を太平洋に面した外洋であり、他の一つは中新世の内湾環境にある。かつての中新世の「第一瀬戸内」は日本列島の新生代地史から削除されなくてはならない。

(2) 島根県東部の下・中部中新統の年代とテクトニクス

島根県東部における中新統の火山岩類23試料と深成岩類2試料について全岩23試料および斜長石3試料、角閃石4試料、黒雲母2試料のK-Ar年代を報告し、これまでに報告されている放射年代や生層序も含めて検討し、次のような結論を得た。1) 出雲湾入部で、これまで川合層とされていた火山岩類のうち20-19Ma(誤差を含めると22-18Ma)の年代を示す火山岩類を「佐田層」として区別した。2) 波多層は下部中新統ではなく最上部下部中新統～中部中新統で、川合層との間には時間的ギャップはない。波多層・川合層のK-Ar年代は17-15Maである。古地磁気方

位を測定した結果、1)「佐田層」は40-60°東偏している。2) 波多層の火山岩のほとんどと同時期の深成岩はほぼ真北か真南の偏角をもつ。3) 16.5Ma前後の年代を示す波多層と大東層の火山岩類は19-26°東偏している。4) これらのことから中国地方の時計回り回転運動は18Ma以降に起り、遅くとも16Maには終了していたと推定される。

(3) 島根半島の古浦層

3-1) 日本海拡大に伴われる海進直前と直後の地質事変を明らかにするために島根半島に分布する下部中新統の堆積相解析と、古生物からの環境推定を行った。その結果、以下の結論に達した。1) 古浦層下部は淡水湖ないしは河川、中部は波打ち際よりもより深い湖、上部は浅い汽水環境と推察される。中部層の基底から上部にかけての堆積相から陸成環境から深い湖環境へと変化したと推定される。このことは日本海開口のクライマックス期に先行して別のペーズンにこのペーズンが結合した結果、決壊によって湖水が大規模に流出したことによるものと推察される。中部と上部にはスランプ層が頻繁に見られることは浅い臨海扇状地斜面に堆積したことを示している。上位の成相寺層最下部は海洋斜面起源であり、日本海開口のクライマックス期の堆積物である。

3-2) 古浦層上部からはシジミやカキの仲間が報告されており、日本海西部の下部中新統では最も古い海進の証拠とされていたが、調査では確実に汽水～海水域を示す属・種は認められなかった。

(4) 布志名層

4-1) 島根県松江市宍道町に分布する大森層と布志名層を地質調査し、布志名層から貝形虫、浮遊性有孔虫、軟体動物の化石を採取し、古環境について考察を行ってきた。タコブネの古生態および古環境に関して、共産する微化石群集の解析結果に基づき得られた新知見をまとめ、地質学雑誌に投稿し、現在、小修正との査読結果に基づき、修正中である。貝形虫と浮遊性有孔虫の組み合わせには熱帯性を示すものはなく、温暖な気候環境であった。タコブネの産出は暖流が古日本海に流入した影響だとする研究もあるが、今回の研究では暖流の影響は少なく、温暖な海域で生

き残ったことが示された。

4-2) 出雲市平成町出雲ランプ造成地の布志名層で採取された二枚貝 (フジナカガミガイ *Kaneharai kaneharai fujinaensis*) についてアリゾナ大学にて安定炭素・酸素同位体比分析を行った。試料は成長線に沿って 36 か所採取したものを使用した。 $\delta^{13}\text{C}$ は 2.23 ~ 0.90‰, $\delta^{18}\text{O}$ は 1.32 ~ -0.50‰ の間で、規則的に変動し、それらは年間の温度変化を反映し、棲息年数 10 年間の記録が残っているものと推定される。安定炭素・酸素同位体比の値とそれらの変化から棲息環境は季節変化を伴う海面近くの混合層に棲息していたと推定される。温度幅は約 6°C 程度で、現在の山陰海岸の表面付近の海水温変化より小さかったと考えられる。安定酸素同位体比について、今後、詳細な研究を進めれば古海水温について明らかにすることができる。

(5) 隠岐諸島

市部層の地質年代は貝類化石群に基づき約 12Ma で、松江地域の松江層に対比されることが明らかとなった。また、群集組成から、中期中新世末の隠岐諸島は本土側よりも暖流の影響が少なかったことが示された。研究成果については 2011 年 7 月に金沢大学で開催された日本古生物学会年会で発表し、現在、投稿に向けた準備をすすめている。

隠岐島後に分布する Blow (1969) の Zone 8 下部に対比される中新統久見層から採取した浮遊性有孔虫 7 種の安定炭素・酸素同位体比アリゾナ大学にて安定炭素・酸素同位体比分析を行った。しかし、いずれも 2 次的な炭酸塩鉱物によって置換されており、初生的な値を得ることができなかった。

(6) 中国山地の中部中新統

広島県庄原市口和町に分布する中部中新統備北層群の層序を確立するための地質調査を行った。また、産出する化石を用いて、年代及び古環境の復元を行った結果、研究地域に分布する地層は石灰質ナンノ化石生層序帯 (Okada and Bukry, 1980) の CN3 ~ CN4 帯に相当することが明らかとなった。さらに、新たに貝形虫化石も産出し、古環境は上位へ向かって内湾奥一開放的湾へと変化したことが明らかになった。

中国山地の岡山県新見市田治部に分布す

る中部中新統に関して、新たな地層名の提唱と、層序および化石に関する新知見をまとめた。浮遊性有孔虫では Blow (1969) の Zone N8 に対比され、また石灰質ナンノ化石生層序帯 (Okada and Bukry, 1980) の CN3 帯に相当することが明らかとなった。従って、田治部の年代は 16.97 ~ 14.91Ma となる。また、環境は温暖な内湾ないし砂質の海岸から温暖な浅瀬へと変化したと推定される。これらの成果は地質学雑誌に投稿し、現在、一回目の査読を終え、修正中である。

(7) 成果の公表

6-1) 2009 年岡山で開催された日本地質学会第 116 年学術大会において本科学研究費課題の趣旨に沿ったシンポジウム「中国地方の後期古第三紀から中新世にかけての諸問題」を開催し、中国地方の日本海形成前後にあたる後期古第三紀から中新世にかけての時代に焦点をあて、地域地質学を基礎として、層序学、年代学、堆積学、古生物学、生層序学、岩石学、古地磁気学、テクトニクス、さらには地震学まで、幅広い分野の研究者が一堂に会し、四半世紀の知見を紹介し、議論した。

6-2) 地質学雑誌特集号の編集

上記 6-1) のシンポジウムのポストプリントとして本科学研究費の課題に沿った研究成果を中心に地質学雑誌の特集号「中国地方の下・中部新生界の研究：層序・年代・古環境・テクトニクス」としてまとめ、現在査読中である。投稿論文 8 篇のうち、当科研費分担者は 5 編に関係している。

沢田順弘・兵頭政幸ほか：島根県出雲市南方地域における中新統の K-Ar 年代と古地磁気方位, Sakai, T., Furukawa, A. and Kawano, H. : Environmental changes recorded in the Lower Miocene Koura Formation, SW Japan, 後藤隆嗣・入月俊明ほか：岡山県新見市田治部地域に分布する中新統の層序と対比, 松浦康隆・入月俊明・林 広樹：島根県中部中新統布志名層下部から産出したタコブネ類化石と共産する微化石群集, Matsubara, T. : Molluscan fauna of the "Miocene" Namigata Formation in the Namigata area, Okayama Prefecture, southwest Japan

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 9 件)

1. Matsubara, T. (2012) Molluscan fauna of the "Miocene" Namigata Formation in the Namigata area, Okayama Prefecture, southwest Japan. 地質学雑誌, 掲載確定, (査読あり)
2. 沢田順弘・三代喜弘・今岡照喜・吉田聖典・稲田理沙・久井久徳・近藤 仁・兵頭政幸 (2012) 島根県出雲市南方地域における中新統のK-Ar年代と古地磁気方位. 地質学雑誌, 掲載確定, (査読あり)
3. 松原尚志・佐々木猛智・伊藤泰弘・天野和孝 (2011) 東京大学総合研究博物館所蔵の新生代化石貝類タイプ標本図説. 11. カキ上科 (二枚貝綱). ちりぼたん, vol. 41, p. 138-151. (査読あり)
4. Matsubara, T. (2011) Valid name for *Venericardia compressa* Yokoyama, 1890 (Bivalvia: Carditidae) revisited. *Paleontological Research*, vol. 15, p. 290-291. (査読あり)
5. 沢田順弘・小林伸治・村上 久・田山良一 (2009) 第 9 章 後期新生代の火山岩類の岩石記載と主化学組成. 西郷地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産総研地質調査総合理工学部センター, 88-103. (査読なし)
6. 山内靖喜・田山良一・沢田順弘・村上 久 (2009) 第 8 章 第四系. 西郷地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産総研地質調査総合理工学部センター, 75-87. (査読なし)
7. 山内靖喜・沢田順弘・村上 久・田山良一 (2009) 第 7 章 鮮新統・西郷地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産総研地質調査総合理工学部センター, 64-74. (査読なし)
8. 小林伸治・沢田順弘・村上 久・山内靖喜 (2009) 第 6 章 上部中新統. 西郷地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地

質図幅), 産総研地質調査総合理工学部センター, 44-63. (査読なし)

9. 沢田順弘・門脇和也・藤代祥子・今井雅浩・兵頭政幸 (2009) 大山・大根島: 山陰地方中部の対照的な第四紀火山. 地質学雑誌, 115 巻 (補遺), 51-70. (査読あり)

[学会発表] (計 10 件)

1. 松浦康隆・入月俊明: 島根県中部中新統布志名層下部より産出した化石群集と意義. 日本地質学会西日本支部平成 23 年度総会・第 162 回例会, 2012 年 2 月 11 日, 鹿児島大学
2. 松原尚志: 岡山県南西部、浪形地域に分布する「中新統」浪形層の貝類化石群. 日本地質学会第118年学術大会・日本鉱物科学会2011年年会合同学術大会, 2011年9月11日, 茨城大学
3. 松原尚志・野呂一恵・入月俊明・松浦康隆: 島根県隠岐諸島島前西ノ島に分布する市部層の貝類化石群. 日本古生物学会2011年年会, 2011年7月2日, 金沢大学
4. 松浦康隆・入月俊明・林 広樹 (2011. 7. 2) 島根県中新統布志名層下部より産出した頭足類化石 *Mizuhobaris izumoensis* と共産する微化石群集. 日本古生物学会 2011 年年会, 2011 年 7 月 2 日, 金沢大学
5. 松浦康隆・入月俊明・林 広樹: 島根県中新統布志名層下部の化石群集と古環境. 日本地質学会西日本支部平成 22 年度総会・第 161 回例会, 2011 年 2 月 19 日, 広島大学
6. 松原尚志: 瀬戸内海東部沿岸地域の海成古第三系と貝類化石群. 日本地質学会第 116 年学術大会, 2009 年 9 月 6 日, 岡山理科大学
7. 入月俊明・林広樹・瀬戸浩二・田中裕一郎・松山和馬・岩谷北斗・後藤隆嗣: 中国山地の海成中新統からの微化石群集レビューと新知見一. 日本地質学会第116年学術大会, 2009年9月6日, 岡山理科大学
8. 酒井哲弥・古川絢子: 島根県東部中新統古浦層に記録された環境の変化: 海水はある日突然古浦堆積盆にやってきた? 日本地質学会第116年学術大会, 2009年9月6日, 岡山理科大学

9. 沢田順弘・入月俊明・酒井哲弥・尾崎正紀・松原尚志: 中国地方の後期古第三紀から中新世にかけての諸問題. 日本地質学会第116年学術大会, 2009年9月6日, 岡山理科大学
10. 沢田順弘・三代嘉弘・酒井哲弥・板谷徹丸・兵頭政幸: 島根県東部における後期新生代の地質, 年代, 古地磁気方位. 日本地球惑星科学連合2009年大会, 2009年5月17日, 幕張メッセ

[図書] (計4件)

1. 山内靖喜・沢田順弘 (2009) 新生界概説. 日本地質学会編, 日本地方地質誌6「中国地方」, 朝倉書店, 109-110
2. 沢田順弘 (2009) 新第三系. 日本地質学会編, 日本地方地質誌6「中国地方」, 朝倉書店, 116-122
3. 山内靖喜・沢田順弘・村上 久 (2009) 隠岐区. 日本地質学会編, 日本地方地質誌6「中国地方」, 朝倉書店, 131-136
4. 松原尚志 (2009) 古第三系. 日本地質学会編, 日本地方地質誌6「中国地方」, 朝倉書店, 110-112

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

澤田 順弘 (SAWADA YOSHIHIRO)
島根大学・名誉教授
研究者番号: 80196328

(2) 研究分担者

酒井 哲弥 (SAKAI TETSUYA)
島根大学・総合理工学部・准教授
研究者番号: 90303809

入月 俊明 (IRIZUKI TOSHIAKI)
島根大学・総合理工学部・教授
研究者番号: 60262937

松原 尚志 (MATSUBARA TAKASHI)
兵庫県人と自然の博物館・自然・環境評価
研究部・主任研究員
研究者番号: 30311484

兵頭 政幸 (HYODO MASAYUKI)
神戸大学・内海域環境教育研究センター・

教授

研究者番号: 60183919