

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 6 月 1 日現在

機関番号：82617

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2011

課題番号：20540460

研究課題名（和文）太平洋における海洋プランクトン珪藻の古生物地理図作成

研究課題名（英文）Paleobiogeographic reconstruction of marine plankton diatoms in the Pacific Ocean

研究代表者

谷村 好洋（TANIMURA YOSHIHIRO）

国立科学博物館・地学研究部 環境変動史研究グループ・グループ長

研究者番号：80141985

研究成果の概要（和文）：国際深海掘削計画によって採取された 8 本のコアを用い、新生代における海洋表層大循環の変遷と、コスモポリタン・プランクトン珪藻 *Thalassionema-Cavitatus* の時空分布（古生物地理）との関連を検証した。初期中新世に始まり、中期から後期中新世にインドネシア海路の閉鎖にともなって成立した亜熱帯循環は、南太平洋で *Cavitatus* の同時絶滅を、南北太平洋で *Thalassionema* の拡散をそれぞれ引き起こした可能性が高い。

研究成果の概要（英文）：Relationships between the evolution of surface water circulation systems in the Neogene Pacific, and the temporal and spacial distribution of cosmopolitan plankton diatoms *Thalassionema* and *Cavitatus* species in eight DSDP-ODP cores, were studied. Subtropical Gyre, weakly developed in the Early Miocene and became stronger by the Late Miocene in association with closure of the Indonesian Seaway, highly probably caused nearly simultaneous extinctions of *Cavitatus* species in the South Pacific, and migration of some *Thalassionema* species to the south and to the north in the Pacific.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
年度			
2008 年度	900,000	270,000	1,170,000
2009 年度	800,000	240,000	1,040,000
2010 年度	800,000	240,000	1,040,000
2011 年度	900,000	270,000	1,170,000
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：地球惑星科学

科研費の分科・細目：層位・古生物学

キーワード：太平洋・珪藻・古生物地理

1. 研究開始当初の背景

海洋の表層循環は、大気循環と地球の自転によって駆動し、深層循環（熱塩循環）と連結して地球海洋循環を構成している。現在、太平洋の表層循環は、北から亜寒帯循環、北太平洋亜熱帯循環、赤道太平洋海流系、南太平洋亜熱帯循環、周南極海流系より成り立ち、表層水塊を分ける最も主要な要因となって

いる。一方、さまざまな海洋プランクトン珪藻の地理的分布は、表層水塊の境界に良く対応することが知られている。例えば、海洋プランクトン珪藻の 1 種 *Thalassionema nitzschioides* に含まれるさまざまな変種の分布境界は、北太平洋では亜寒帯循環と亜熱帯循環の接する黒潮前線と、南太平洋では亜熱帯循環と周南極海流系の接する亜熱帯収束

線と、それぞれよく対応している。この事実は、プランクトン珪藻の多様化・変遷史と海洋の表層循環の成立過程との密接な関連を示唆している。しかし、相互の関連はまだ明らかになっていなかった。

2. 研究の目的

珪藻はジュラ紀に出現し多様化してきた。海生珪藻に淡水の着生・プランクトン珪藻群を加えると、現在その記載種は 800 属 20000 種に達する。その変遷史を明らかにする作業は、生層序学的に有効な種を選択し、古地磁気層序などと組合せて、珪藻化石年代尺度の構築を主な目的に進められ大きな成果を得た。しかし一方で、生層序学的に有効ではない種を含めたプランクトン珪藻群の時空分布とその支配要因を明らかにする研究はほとんどなされてこなかった。

新生代の太平洋における表層水塊の分化は、中新世における亜熱帯循環の成立、第四紀に入って進行した亜寒帯循環の形成にもなって進んだものと考えられている。この表層水塊の分化は、海洋プランクトン珪藻の分布域を分化させ、異所的種分化や増殖環境の変化などによってプランクトン珪藻群の変遷の要因となった可能性が高い。コスモポリタンで多産する化石海洋プランクトン珪藻を選択し、その時空分布（古生物地理）を明らかにすることで、このアイデアを検証した。

3. 研究の方法

国際深海掘削計画で採取された約 100 本のコアより作成され、微古生物標本・資料センター（Micropaleontological Reference Center : <http://iodp.tamu.edu/curation/mrc.html>）に保管されている約 5400 個の堆積物試料から、目的に合う試料を選択して本研究に用いた。研究方法は次の 3 点からなる。

- (1) コアに産出するプランクトン化石珪藻から、広く分布し、多産するグループを選択して、分類学的検討をした。
- (2) 生層序学的手法と最新の年代スケール (ATNTS2004 : Gradstein *et al.*, 2004, A Geologic Time Scale) によって、各コアのコア深度-年代モデルを構築した。
- (3) プランクトン化石珪藻の時空分布（古生物地理）を明らかにした。

4. 研究成果

(1) 国際深海掘削計画において北太平洋 (Site 884), 赤道太平洋 (Sites 574, 803D, 806B), 南太平洋 (Sites 1023), インド洋 (Site 266), 南大洋-南太平洋 (Sites 274, 278) より採

取された 8 本のコアを解析した。全てのコア試料で多産し、しばしば化石珪藻群集の半分以上を占める *Thalassionema* 属と *Cavitatus* 属を解析対象にし、すでに識別されている 10 種・変種 (10 morphologic types) に加えて、これら 8 本のコアより、新たに 17 morphologic types を識別した (図 1 a-d)。これらは形態的な特徴によって明確に区分される。

taxa morphologic types	<i>Thalassionema bacillare</i>		
	Ba	Bb	Bc
valve outline	slightly inflated middle part of the valve and rounded apices	slightly inflated middle part of the valve and rounded apices	inflated middle part of the valve and capitated apices
ridge(s) & groove(s)	absent	absent	absent
length (µm)	97 - 230	105 - ?	50 - 180
width (µm)	3 - 4	2 - 5	3 - 4.5
marginal areolae			
density (in 10 µm)	7 - 12	5 - 6	8 - 9
areolar occlusions	B6 ?	B6 ?	
foramina	small pores	small pores	small pores
rimoportula			
placement	valve face-mantle junction	valve face	valve face-mantle junction
habit & slit orientation to apical axis	sessile, nearly parallel	sessile, nearly tangential	sessile, diagonal
external opening	a short tube - a simple pore	a simple pore	
a pore at each apex	absent	absent	
apical spine(s)	present, two	absent	
range	Late Plio. -	Early Mio. -	E/M Mio. - Plio.

taxa morphologic types	<i>Thalassionema nitzschooides</i>			
	Na-c	Ne	Nd	574-1422
linear-linear lanceolate, with rounded apices	absent	wider, with rounded apices	linear, inflated in the middle, with narrow-rounded apices	wider, expanded / inflated in the middle
absent	absent	absent	absent	absent
length (µm)	7 - 78	7 - 73	27 - 133	30 - 80
width (µm)	2.5 - 4	3.2 - 6	2.5 - 3.5	6.5 - 8
11 - 13	10 - 12	10 - 12	9 - 11	9
B0	B6	B0	B0	B7
small pores	small pores	small pores	small pores	small pores
valve face-mantle junction	valve face-mantle junction	valve face-mantle junction	valve face-mantle junction	valve face-mantle junction
sessile, nearly parallel to diagonal	sessile, nearly parallel to diagonal	sessile, nearly parallel to diagonal	sessile, nearly parallel to diagonal	sessile, nearly parallel to diagonal
a short tube	a short tube - a simple pore	a simple pore	a simple pore	a short tube - a simple pore
present	present	present	present	present
absent	absent	absent	absent	absent
range	Early Mio. -	Late Olig. -	Early Mio. -	Late Olig. - ?

図1a *Thalassionema-Cavitatus* の morphologic types.

taxa morphologic types	<i>Thalassionema nitzschooides</i>		<i>T. pseudonitzschooides</i>
	574-1456	1123-1229	
valve outline	linear, long, expanded in the middle	linear, with square apices	linear, tapering towards one ends
ridge(s) & groove(s)	absent	absent	absent
length (µm)	65 - 120	60 - 85	10 - 200
width (µm)	5.8 - 8	4.5 - 5	2 - 4
marginal areolae			
density (in 10 µm)	10 - 11	10 - 11	9 - 11
areolar occlusions	B6	B6	B0
foramina	small pore	small pore	small pores
rimoportula			
placement	valve face-mantle junction	valve face-mantle junction	valve face-mantle junction
habit & slit orientation to apical axis	sessile, diagonal	sessile, nearly parallel to diagonal	sessile, diagonal to nearly tangential
external opening	a short tube - a pore	a small pore	a short tube
a pore at each apex	present	absent	present
apical spine(s)	absent	absent	present
range	Early Mio. - ?	Early-Middle Mio.	Late Mio. -

taxa morphologic types	<i>T. schraderei</i>	<i>T. synedriiforme</i>	<i>Cavitatus</i> (?) sp.	<i>Cavitatus exiguus</i>
			574-1508	574-1567
wider, linear, with rounded apices	spatulate	wider, expanded in the middle	linear lanceolate, with rounded apices	
absent	absent	absent	present	
length (µm)	24 - 63	135 - 350	93 - 150	29 - 75
width (µm)	7 - 11	2 - 6	7.7 - 9	3.8 - 5.2
9 - 10	12 - 16	12	12	15 - 16
B8	elaborate bars	B1 / B2		A2
small pore	small pores	pores		small pores
valve face-mantle junction	valve face-mantle junction	valve face		valve face-mantle junction
sessile	sessile, diagonal to parallel	sessile		sessile
a pore	a large, with long depression	pores		a pore
present	present	absent		absent
absent	present	absent		absent
range	Late Mio.	? - R	L. Olig. - E. Mio.	L. Olig. - E. Mio.

図1b *Thalassionema-Cavitatus* の morphologic types.

taxa	<i>Cavitatus jouseanus</i>	<i>C. lanceolatus</i>	<i>C. linearis</i>
morphologic types	884-1999	884-2033	574-1612
valve outline	lanceolate, with rounded apices	lanceolate	lanceolate, with rounded apices
ridge(s) & groove(s)	present	present / absent	present
length (μm)	55 - 85	30 - 180	60 - >150
width (μm)	6.5 - 8	7.5 - 10	8.3 - 9.5
marginal areolae			
density (in 10 μm)	14 - 16	12 - 17	14 - 16
areolar occlusions	A2	B3	A1
foramina	pores	pores	pores
rimoportula			
placement	valve face-mantle junction	valve face - valve face-mantle junction	valve face-mantle junction
habit & slit orientation to apical axis	sessile, diagonal	sessile	sessile, diagonal
external opening	a pore	a pore	a pore
a pore at each apex	absent	absent	absent
apical spine(s)	absent	absent	absent
range	E. Olig. - E. Mio.	Olig. - M. Mio.	E. - M. Mio.
<i>C. miocenicus</i>		<i>Cavitatus</i> spp.	
574-1618	884-1213	884-2002	278-1851
long lanceolate, with capitata apices	long lanceolate, with capitata apices	linear lanceolate	wider, linear, with rounded apices
present	mostly absent	present, near apices	present
70 - 320	80 - 140	80 - 105	35 - 55
6-7	4.5 - 7	5.8 - 7.8	8.3 - 11
14.5 - 16	12.5-18	15	14.5 - 16
B2	B6 / B1	A2	B1
pores	pores	pores	pores
valve face	valve face-mantle junction	valve face-mantle junction	valve face-mantle junction
sessile, diagonal to nearly parallel	sessile	sessile, diagonal to nearly parallel	sessile, diagonal
a pore	a pore	a pore	a pore
absent	absent	absent	absent
L. Olig. - Plio.	Eoc. - E. Mio.	L. Olig. - E. Mio.	L. Eoc. - E. Mio.

図1c *Thalassionema-Cavitatus* の morphologic types.

taxa	<i>Cavitatus</i> spp.		
morphologic types	278-1846	574-x	574-1405
valve outline	linear lanceolate, long	linear, long, with rounded apices	lanceolate
ridge(s) & groove(s)	present	present	present
length (μm)	160 - 350	> 100	56 - 110
width (μm)	11 - 13.5	6	11 - 14
marginal areolae			
density (in 10 μm)	12 - 14	11 - 12	14 - 15
areolar occlusions	A3	B4	A2
foramina	pores	small pores	small pores
rimoportula			
placement	valve face	valve face	valve face - valve face-mantle junction
habit & slit orientation to apical axis	sessile, parallel	sessile, nearly parallel	sessile, diagonal
external opening	a pore	a pore	a pore
a pore at each apex	absent	absent	absent
apical spine(s)	absent	absent	absent
range	L. Eoc. - E. Mio.	Early Mio.	E. Olig. - M. Mio.
<i>Cavitatus</i> spp.		<i>Cavitatus</i> (?) spp.	
574-1510	574-1844	574-1586	574-1492
linear lanceolate, with rounded apices	linear lanceolate, with rounded apices	linear lanceolate	linear lanceolate
present	present	absent	present
25 - 30	19 - 39	11 - 13	19 - 29
4.5 - 6.5	5.8 - 8.4	2.2 - 2.6	3.2 - 4.2
14 - 16	14 - 16	15 - 16	14 - 15
A1 / A2	A1 / A2	A-cross	A-cross
pores	pores	pores	pores
valve face-mantle junction	valve face-mantle junction	valve face-mantle junction	valve face-mantle junction
sessile, parallel	sessile, parallel	sessile, nearly parallel	sessile, diagonal
a pore	a pore	a pore	a pore
absent	present (a slit)	absent	absent
L. Eoc. - E. Mio.	E. Olig. - M. Mio.	E. - L. Mio.	E. Olig. - E. Mio.

図1d *Thalassionema-Cavitatus* の morphologic types.

(2) 研究に用いた8本のコアのうち, Site 884B と 1123 は, 古地磁気層序が明らかになっており, 前者については古地磁気層序年代を CK92 (Cande & Kent, 1992, J. Geophys. Res., 97, 13: 917-951) から ATNTS2004 へ変換した. 残りのコアについては, 生層序学的手法に基づいてコア深度-年代モデルを構築した. すなわち, 珪藻年代尺度に用いられている種の出現/絶滅層準を各コアで確認し, それらの

ATNTS2004 年代によってコア深度-年代の関係を明らかにした (図 2 a-b).

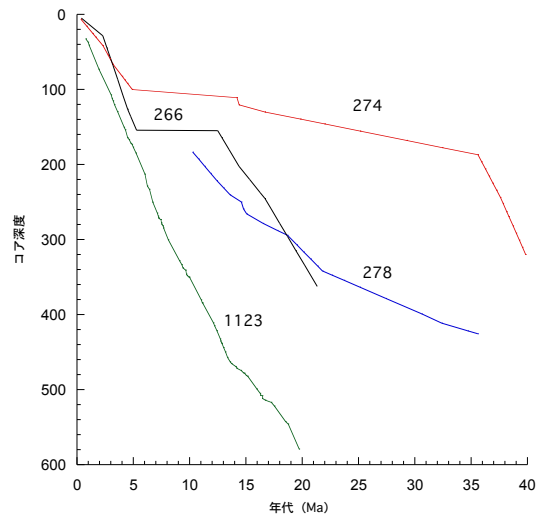


図2a コア深度 (m) - 年代 (百万年) モデル.

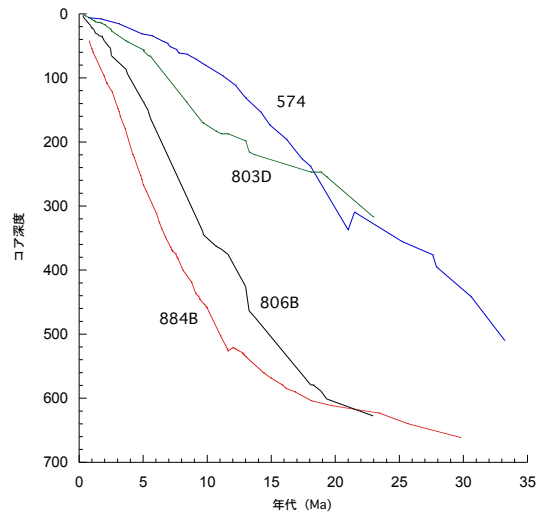


図2b コア深度 (m) - 年代 (百万年) モデル.

(3) 各コアから採取した約 350 試料について, 図 1 a-d に示した 27 morphologic types の層序分布を明らかにした. さらにコア深度-年代モデルに基づいて, それらの時空分布 (古生物地理) を明らかにした (図 3). この時空分布 (古生物地理) と新生代における表層大循環変遷史との対比によって次の 2 点が明らかになった.

① 亜熱帯循環は, インドネシア海路が狭く, かつ浅くなるのに伴って, 初期中新世に始まり, 中期から後期中新世に成立したと推定されている. 識別された *Thalassionema-Cavitatus* の 27 morphologic types の絶滅時期が 15 Ma 前後 (17~14 Ma) に集中し, 同循環の成立と *Thalassionema-Cavitatus* の絶滅との関連が示唆された (図 4). これは南半球の *Cavitatus* に顕著で, 36~32 Ma に南半球に出現した *Cavitatus* の 4 morphologic types と, およそ

28 Ma に東赤道太平洋に出現した 3 morphologic types は, 14 Ma までにそのほぼ半分が絶滅している. 一方で, 27 morphologic types の出現時期に顕著な集中は認められず, 亜熱帯循環の成立は *Thalassionema-Cavitatus* の, 海域毎に時期を異にして進行する多様化に貢献したものと考えられる. したがって, 亜熱帯循環の成立は, *Thalassionema-Cavitatus* に代表されるコスモポリタン・プランクトン珪藻の多様化過程で, それらの絶滅により直接的に関与した可能性が高い.

species	North P.	Equatorial Pacific		South P.	S/STC
		(East)	(West)		
	884B	574	803D/806B	278	1123
<i>T. nitzschioides</i> vars.	Ne	16.75-2.75	27.75-0	14-0 ?	16.75- 12.5-
<i>Thalassionema</i> sp.	1422	-	24-3	13-0 ?	-
<i>Thalassionema</i> sp.	1456	15-1	20-6.25	13.25-	-
<i>T. schraderi</i>	SCH	9.75-7	-	-	-
<i>Thalassionema</i> sp.	1229	20.75-15.5	-	-	5.5-4.5
<i>T. nitzschioides</i> s.s.	Na-c	18.25-0	17-3	11.75-1.5	12.25- 7.75-1
<i>T. nitzschioides</i> var.	Nd	16.5-0	-	-	-
<i>T. pseudonitzschioides</i>	PN	6.5-0	-	-	-
<i>Thalassionema</i> sp.	Bc	-	16-4.25	14-11.75	15-
<i>T. bacillare</i>	Bb	-	9.75-3	9.25-1.25	16.75- 4.5-0 ?
<i>T. bacillare</i>	Ba	-	3-0	-	-
<i>Cavitatus</i> (?) sp.	1508	21-19.25	27.75-16.25	-	20.75-19.5 -
<i>Cavitatus</i> sp.	1851	-	-	-	34.5-19.5 -
<i>Cavitatus</i> sp.	1213	21-13.5	19-14.75	>23	>35.5-14.75 -
<i>C. miocenicus</i>	1618	14.75-4.75	20-7.75	14-10	25-23.25 -
<i>C. lanceolatus</i>	2033	15.5-14.75	15.75-14.5	>23-14	-
<i>Cavitatus</i> sp.	574-x	-	20-16.5	-	-
<i>Cavitatus</i> (?) sp.	1492	-	>33.5-16.5	-	32.25-18 ?
<i>Cavitatus</i> (?) sp.	1586	-	19.5-7.25	-	-
<i>Cavitatus</i> sp.	1844	27.5	-	-	32.25-14.75 ?
<i>Cavitatus</i> sp.	1405	-	-	-	32.25-15 -
<i>Cavitatus</i> sp.	1846	-	-	-	34.5-17 -
<i>C. linearis</i>	1612	25	24-14.5	-	-
<i>Cavitatus</i> sp.	1510	-	27.75-16.75	>23	-
<i>C. exiguus</i>	1567	-	27.75-18.5	-	-
<i>C. jouseanus</i>	1999	29.75-18.75	24-15.75	>23-16.25	-
<i>Cavitatus</i> sp.	2002	27.75-24.25	-	-	-

図3 27-morphologic types の 時空分布.
黄色のセルは, 太平洋における出現年代と生存期間. (S/STC: 亜熱帯収束線より南)

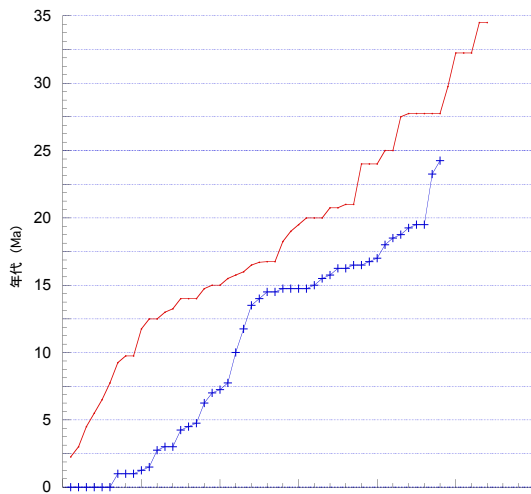


図4 27-morphologic types の出現 (赤) ・絶滅 (青) 年代分布.

② 亜熱帯循環の成立が一部の morphologic types の拡散に関与した可能性が示唆された. *Thalassionema nitzschioides* var. *parvum* とそれ

に近縁な 3 morphologic types (Ne, 1422, 1456) は, 28~20 Ma に東赤道太平洋で出現し, およそ 17~16 Ma に北太平洋北部と南太平洋にそれぞれ拡散した. そして, およそ 3~1 Ma に, 亜寒帯循環の成立にともなって北太平洋高緯度域から消滅した.

なお本研究は, *Thalassionema-Cavitatus* に次いで多産する *Actinocyclus*, *Thalassiosira* などのコスモポリタン珪藻を解析対象にして進展し, 化石プランクトン珪藻の包括的な変遷史とその支配要因の研究につながるものと期待される.

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 2 件)

- ① Hayashi, T., Saito-Kato, M. & Tanimura, Y., 2012. *Actinocyclus nipponicus* sp. nov. and *A. bradburyii* sp. nov. (Bacillariophyta) from Miocene lacustrine sediments of Proto-Japan Sea. *Phycologia* 51, 98-112. (査読有)
- ② Shimada, C, Sato, T., Toyoshima, M., Yamasaki, M. & Tanimura, Y., 2008. Paleocological significance of laminated diatomaceous ooze during the middle-to-late Pleistocene, North Atlantic Ocean (ODP Site U1304). *Marine Micropaleontology*, 69: 139-150. (査読有)

[学会発表] (計 2 件)

- ① 秋葉文雄・谷村好洋・松本良・鈴木麻希, 日本海東縁部における最上部第四系の珪藻化石層序および珪藻有機物を起源とする黒色粒子の多産出. 日本地質学会 2010 年大会, 富山, 2010 年 9 月 19 日.
- ② Julius, M. & Tanimura, Y., Phylogeny of *Thalassionema* Grunow with discussion of biogeography, stratigraphy, and diagnostic features. Phycological Society of America, Annual Meeting. New Orleans, Louisiana, July 29, 2008.

[図書] (計 2 件)

- ① 谷村好洋・辻彰洋 (編), 2012. 微化石. 国立科学博物館叢書, 13, 東海大学出版会, 420 pp. (印刷中)
- ② Tanimura, Y. & Aita, Y., 2009 (ed). Joint Haeckel and Ehrenberg Project, National Museum of Nature and Science Monograph 40, 106 pp., 15 figs., 245 plates, 4 tables.

6. 研究組織

谷村 好洋 (TANIMURA YOSHIHIRO)

国立科学博物館・地学研究部 環境変動史

研究グループ・グループ長

研究者番号：80141985