

氏名・(本籍)	おか 岡	むら 村	まこと 眞
学位の種類	理	学	博 士
学位記番号	理 第	9 4 0	号
学位授与年月日	平成 2 年 1 月 24 日		
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当		
最終学歴	昭和49年 3 月 東北大学大学院理学研究科 (修士課程) 地学専攻修了		
学位論文題目	Cretaceous Radiolaria from Shikoku, Japan (四国産白亜紀放射散虫の研究)		
論文審査委員	(主査) 教 授 高 柳 洋 吉      教 授 森            啓 教 授 中 川 久 夫		

## 論 文 目 次

Introduction

Acknowledgements

Geologic and tectonic setting of the Cretaceous System in Shikoku, Japan

1. Lower Cretaceous chert sequence in melange unit

- 1) Yokonami Peninsula area
- 2) Tei-Sumiyoshi coastal area
- 3) Awa-Ryoji coastal area

2. Lower Cretaceous flysh unit

- 1) Doganaro area
- 2) Sakuradani area

3. Upper Cretaceous flysh unit

- 1) Shimantogawa region

- 2) Monobe area
- 3) Matsuyama area

#### Radiolarian biostratigraphy

1. Field and laboratory procedure
2. Stratigraphic distribution
  - 1) Lower Cretaceous chert sequence in melange unit
    - a. Yokonami Peninsula area
    - b. Tei-Sumiyoshi coastal area
    - c. Awa-Ryoji coastal area
  - 2) Lower Cretaceous flysh unit
    - a. Doganaro area
    - b. Sakuradani area
  - 3) Upper Cretaceous flysh unit
    - a. Shimantogawa region
    - b. Matsuyama area
    - c. Monobe area
3. Zonations
  - 1) Lower Cretaceous zonation
  - 2) Upper Cretaceous zonation

#### Interbasinal correlation of Cretaceous sediments based on the proposed radiolarian zones

1. Lower Cretaceous basins
2. Upper Cretaceous basins

#### Radiolarian faunal changes related to paleoceanography

#### Conclusions

#### Systematic paleontology

Explanatory notes

Alphabetic list of genera and species

#### References

# 論文内容要旨

## 緒言

四国における白亜紀堆積岩類は、三つの主要な堆積盆に区分される。それらは北方より 1) 狭長な弧間海盆である和泉層群、2) 浅海の陸棚から前弧にかけての“外和泉層群” 楮佐古層、3) 厚いフリッシュ相と海洋底上部の断片を含むメラングジュ相からなる海溝充填堆積体としての四万十層群などである。各々の堆積区は白亜紀の島弧-海溝系を構成すると考えられる。

特に厚く単調な砂岩泥岩互層と複雑なメラングジュ相よりなる四万十帯は、永年時代未詳の地質体とされてきた。しかし放散虫は他の化石にくらべ普遍的に産する。放散虫は特性として、浮遊性で形態が多様であり、殻が  $\text{SiO}_2$  で構成されるため物理・化学的安定性に富んでいる。そのため変動帯としての四万十帯の化石層序区分だけでなく、その付加発達過程の復元に寄与すると考えられる。さらに、白亜系の島弧-海溝系を構成する同時異相堆積物に含まれる放散虫群の比較研究は、古堆積環境の復元に、またそれらと共産する動植物群との比較研究は、放散虫の国際対比に貢献すると考えられる。

## 四国における白亜系地質帯の地質学的意義

### メラングジュ相中の下部白亜系チャート

メラングジュユニットはフリッシュユニットに挟まれた、数帯の狭長な地質帯として分布する。その南部の境界は明瞭な断層で、一方北部はフリッシュユニットへ漸移する。チャート岩体はこのメラングジュ中にブロックまたはシート状に分布し、四万十帯中最大のもので、横浪・五色ヶ浜チャート岩体である。この岩体は岩相的に重複する三つのブロックに別れており、下位よりナンノ石灰岩、石灰質頁岩、層状チャートさらに赤色頁岩優勢層状チャートと累重する。年代的にはバランジアンからチュロニアンを示し、みかけの平均堆積速度はおよそ  $2 \text{ mm}/1000$  年と見つめられる。これは現在の遠洋性放散虫軟泥の堆積速度とほぼ一致し、陸源物質を全く含まないことや、化学分析による現世堆積物との比較、さらに古地磁気の研究により、赤道域の海洋プレート上の深海堆積物が付加作用により、陸側へトラップされたものと結論づけられた。手結・住吉および安和・領地にみられるチャート岩体は、横浪にくらべ小さく分断されてはいるが、いずれの岩相と年代関係ともよく一致する。

### 下部白亜系フリッシュユニット

本ユニットは仏像構造線の南縁に沿い、東西に分布する。非変形で散点的に大型軟体動物化石を産し、石灰質マトリックスを有する岩相上の特徴から、斜面海盆の堆積物と考えられる。本論ではこのユニットの典型的分布域のうち、堂ヶ奈路地域（高知県）と桜谷地域（徳島県）を精査した。このうち、堂ヶ奈路地域はホテリビアン珪質タービダイトに始まり、アプチアン前期を示す浮遊性有孔虫を産する石灰質頁岩へと漸移する。堆積盆の CCD 以浅環境への定置は、バレミアン後期である。一方、桜谷地域では最下部白亜系ベリアシアンの変形した多色頁

岩を不整合に被う砂質のタービダイトより成る。両地域とも豊富な放散虫群を産する。

#### 上部白亜系フリッシュユニット

四万十帯模式地におけるフリッシュ相は、砂岩頁岩互層を主体に少量の礫岩を挟み、厚い頁岩部には放散虫を多量に含む半遠洋性多色頁岩を配する。この相には深海の生痕化石や CCD 以深の環境を示す底生有孔虫群を含む。須崎層はセノマニアンよりチュロニアン年代を示し、コニアシアンよりカンパニアンにまたがりスラストによりくり返す下津井層、野々川層、中村層と区別される。特に下津井層は保存のよい放散虫を多量に含む半遠洋性頁岩に豊む。一方、愛媛県松山地域は和泉層群分布域の西端に位置し、放散虫化石と共に大型化石を産する。本層群は上方細粒化サイクルを示す、山之内層と馬瀬川層より構成される。

### 放散虫化石層序

#### 下部白亜系の層位的分布

横浪半島地域の五色ヶ浜チャート。最下位のナンノ石灰岩と紫色石灰質頁岩より、26属26種の放散虫を識別した。バランジニアンの石灰質ナンノプランクトンと共産するこれらの放散虫群は、*Sethocapsa trachyostraca* Zone (Foreman, 1975) や *Sphaerostylus septemporalis* Zone (Schaaf, 1981) に対比される。中部のブロック B より28属39種を識別した。*Pseudodictyomitra carpatica* と *Thanarla conica* はすべての層準に産し個体数も多い。*Holocryptocanium barbui*, *Archaeodictyomitra vulgaris*, *Thanarla pulchra* や *Sphaerostylus lanceola* などもほぼ全層準より産する。下位層準で *Archaeodictyomitra excellens*, *A. apiara*, *Alievium helenae*, *Podobursa tricolor* や *Acanthocirrus dicranacanthos* が消滅する。中位層準では *Archaeodictyomitra lacrimula*, *Thanarla elegantissima* や *Novixitus* cf. *mclaughlini* の初出現がみられ、一方 *Parvicingula boesii*, *Podobursa triacantha*, *Sethocapsa uterculus* はこの間で消滅する。上位層基準では *P. carpatica*, *Th. conica* や *Th. pulchra* が優勢であり、この間で *S. lanceola*, *A. lacrimula* や *Acaeniotyle umbilicata* が消滅する。Cブロック中ではしだいに赤色頁岩の挟みの量が増大するとともに保存は悪化する。*Th. pulchra*, *Th. elegantissima*, *H. barbui* が普通にみられ、*Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* mt. A と *Th. pulchra* がこの間で消滅する。一方このシークエンスの上位では *Ps. pseudomacrocephala* mt. C と *H. geysersensis*, *Archaeodictyomitra turris* の初産出が認められる。

#### 上部白亜系の層位的分布

四万十川支流の梶原川沿いの頁岩より30属58種を識別した。種の多様性は上方へ向って増大する。最も下位の層準より、*Hemicryptocapsa polyhedra*, *Archaeospongoprimum bipartitum*, *A. cortinaensis* 等が多産し、これはルーマニアの Turonian の群集と近似する。中部からは *Pseudoaulophacus pargueraensis*, *Alievium praegallowayi*, *A. superbum*, *Dictyomitra formosa* 等が多く含まれ、Great Valley Sequence のコニアシアン～サントニアンに相当する。上部からは *A. salumi*, *Acaeniotyle starka*, *Crucella espartoensis*, *Pseudoaulophacus riedeli*, *Cornulel-*

*la californica*, *Cromyomma nodosa* が初産出し、カンパニアン前～中期を指示する。この群集は楮佐古層、和泉層群内層にも認められる。

#### 分帯

放散虫の層位的分布に基づき選択した、種の初産出および消滅層準を基準面として、白亜系を次の8帯に分帯した。

1. *T. pulchra* の初出現層準と *A. dicranacanthos* の消滅層準で定義される *Acanthocircus dicranacanthos* 帯
2. *A. dicranacanthos* の消滅および *S. uterculus* の消滅層準で定義される *Sethocapsa uterculus* 帯
3. *S. uterculus* の消滅と *A. lacrimula* の消滅で定義される *Archaeodictyomitra lacrimula* 帯
4. *H. geysersensis* の初出現と *Th. veneta* の消滅で定義される *Holocryptocanium geysersensis* 帯
5. *P. carpatica* の消滅と *Ps. pseudomacrocephala* mt.C の初出現で定義される *Ps. pseudomacrocephala* mt. C 帯
6. *H. polyhedra*, *A. bipartitum*, *A. cortinaensis*, *A. triplum* の共産で特徴づけられる *Holocryptocanium polyhedra*-*Pyramispongia glascocksensis* 帯
7. *P. pargueraensis* の初出現と *A. salumi* の初出現で定義される *Pseudoaulophacus pargueraensis* 帯
8. *P. pargueraensis* の消滅と *Ps. floresensis* の初出現で定義される *Archaeospongoprimum salumi* 帯

#### 放散虫化石帯に基づく白亜紀島弧—海溝系堆積物の対比

四国における下部白亜系の堆積物は 1)横浪、手結—住吉、安和—領地などの層状チャート相、2)四万十川地域のフリッシュ相(須崎層)、3)堂ヶ奈路と桜谷のフリッシュ相の3相であり、新たに設定された放散虫化石帯と各々 1)海洋底、2)前弧海盆、および3)海溝の堆積環境との対応関係は Fig. 1 (第1図) に示すとおりである。

一方、上部白亜系の *H. geysersensis* 帯は横浪チャートの最上部および須崎層のB部層に対応する。*P. pargueraensis* 帯から *A. salumi* 帯は、四万十川地域の野々川層および中村層に認められるとともに、楮佐古層の中部および手結・住吉や安和・領地の多色頁岩ブロック中にも認められる。さらに楮佐古層の上部には *A. salumi*, *D. koslovae*, *A. enesseffi* などが含まれ、これらは *A. salumi* 帯に特有の産出種である。

#### 古海洋環境変化とその指示者としての放散虫群

白亜紀における四国の島弧—海溝系の異った堆積環境に産する放散虫群は、その堆積場により個体数、産出頻度、多様度等がさまざまに変化する。それらの特徴は、

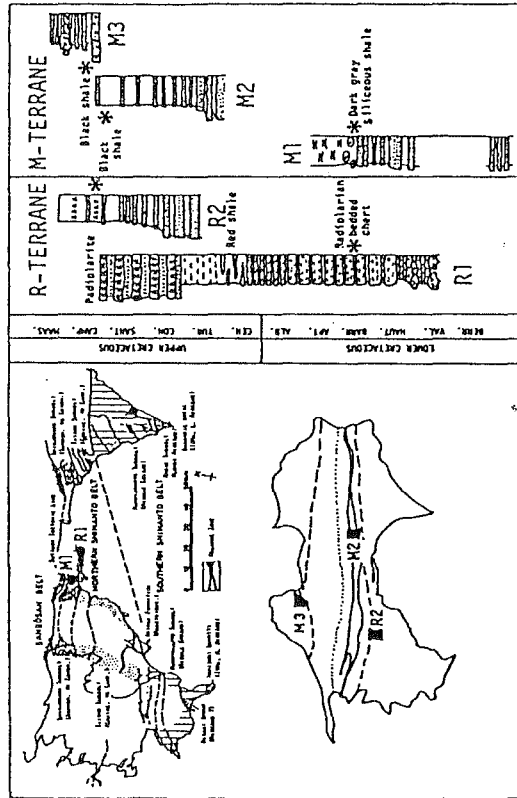
1. 白亜紀前期においては、前弧海盆（堂ヶ奈路層）と海洋底（横浪チャート）では含まれる放散虫群に変化はみられない。
2. 白亜紀後期においては弧間海盆（和泉層群）、前弧海盆（楮佐古層）および海溝（下津井層）と堆積場が異ると、まず種の多様度が外側（海溝側）へ向って増大する。さらに高次分類群の比較では Spumellaria/Nassellaria 比が外側から弧間海盆方向へ増大する。属のレベルでは、表面にスポンジ状装飾をもつグループが増加する。個体数の変化では各海盆間で変化の少い *A. otookii*, *S. asymbatos*, 外側へ向って増加する *C. nodosa*, *Ps. floresensis*, *Ps. lenticulatus* さらに減少を示すグループとして *A. hueyi*, *O. quadrata* 等が区別される (Fig.2)。

ZONE	<i>A. dicranacanthos</i>	<i>S. utercuius</i>	<i>A. lacrimula</i>	<i>Ps. pseudomacrocephala</i> mt. C	<i>H. geysersensis</i>
AGE	Valang. - Haut.	Barremian	Aptian	Albian	Cenomanian
1)			Yokonami Peninsula		
			Tei-Sumiyoshi		
2)	Doganaro				
	Sakuradani				
3)				Shimantogawa	Susaki F.

- 1) Sea-floor basin
- 2) Fore-arc basin
- 3) Trench

Fig. 1. Inter-basinal correlation of Early Cretaceous sediments based on the proposed radiolarian zones.

第1図. 放射虫による分帯にもとづく白亜紀前期の海盆堆積物の対比.



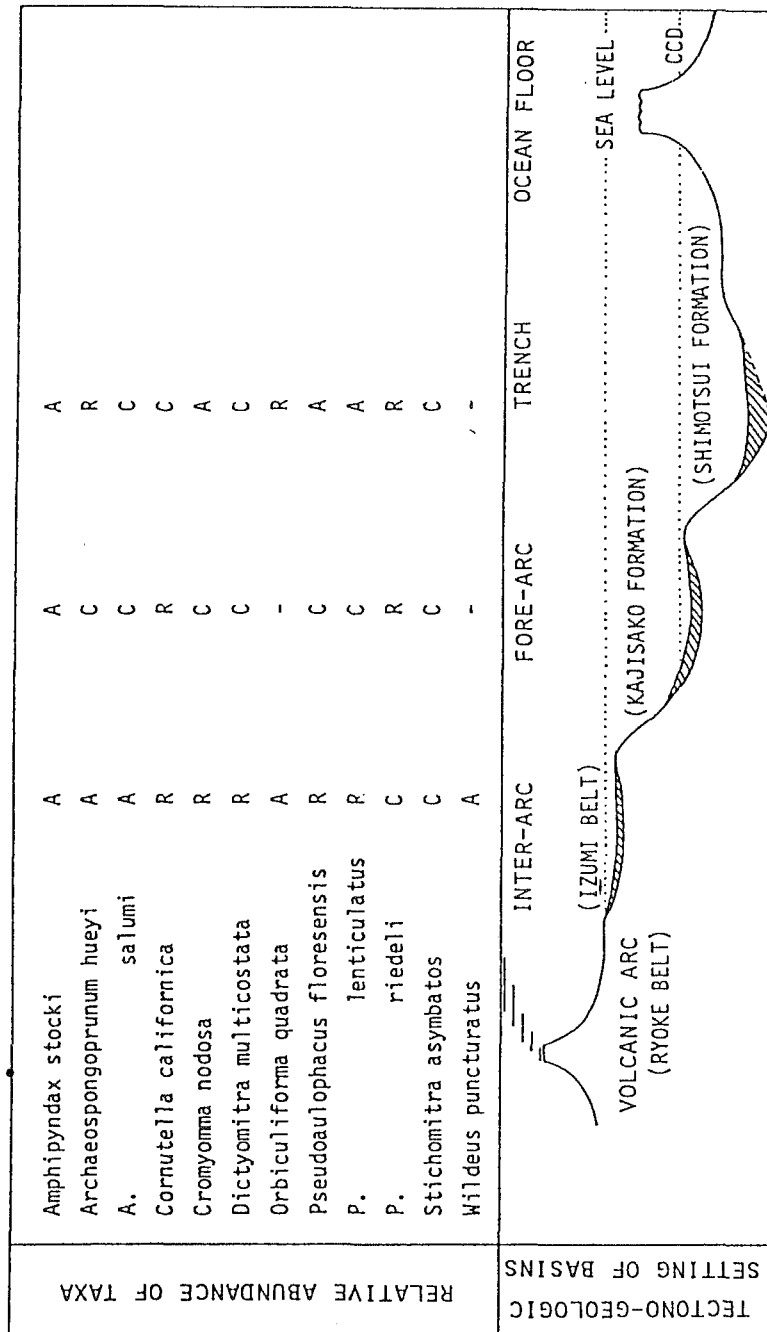


Fig. 2. Relative abundance of selected radiolarians among the Late Cretaceous (Campanian time) basins in Shikoku.

第2図. 四国の白亜紀後期海盆堆積物にみられる主要放射虫の相対産出頻度。



## 論文審査の結果の要旨

四国には古くから“未詳中世界”として一括され、年代および地質学的意義が正しく理解されていない四万十帯が広く分布している。この地質体は非常に複雑な構造をなしており、アンモナイトや二枚貝のような散点的に産出する大型化石を基盤とした年代論 (biochronologic framework) を援用した岩相層位学的な研究には限界がある。

このような問題点を念頭において、岡村眞はより普遍的に産出する浮遊性微化石の化石層位学的研究を永年にわたり進めてきた。当初は、ナンノ化石を重点的に研究してきたが、四万十帯が変動帯・付加帯として位置づけられるとの予測のもとに、後には殻がシリカによって構成され、物理・化学的により安定な放散虫化石に主点を置いた詳細な層位学的研究を行ってきた。

詳細な野外調査の結果、四万十帯がフリッシュ相 (砂岩泥岩互層) とメラングジュ相からなっていること、そしてフリッシュ相に挟まれた数帯のメラングジュ相は、南限を明瞭な断層で断たれ、北方へ向かいフリッシュ相へと漸移することを明らかにした。メラングジュ相中にブロックまたはシート状をなして挟在するチャート岩体の特徴的な岩相単位は、下位よりナンノ石灰岩、石灰質頁岩、層状チャートさらに赤色頁岩優勢層状チャートと累重して、年代的にはパラングニアンからチュロニアンにわたることから、その平均堆積速度を現在の遠洋性放散虫軟泥の堆積速度とほぼ等しい、約 2 mm/1000年と見積もり、陸源物質を全く含まないこと、古地磁気により赤道域で堆積したことが指示されるなどの証拠から、メラングジュ相は赤道域の海洋プレート上の深海堆積物が陸側へ付加したものであるとの結論に至った。このことは、四万十帯がプレートテクトニクスから示唆される「地質体の付加発達過程による産物」として地質学的に意義づけたことに他ならない。

さらに、同様の野外調査をより北方に分布する白亜系、外和泉層群・和泉層群にまで広げて行い、それらを弧間海盆・陸棚-前弧海盆・海溝における堆積物として認定するに至った。そして、調査地域全域にわたる放散虫化石の詳細な層位学的な研究結果によって設定された、種の初産出・消滅層準を基準面として白亜系を 8 化石帯に分帯した。これらの化石帯に基づき、地質学的環境を異にする堆積物の間にみられる同時期岩相の側方変化を明確にし、白亜紀の島弧-海溝系における付加発達過程を復元した。さらに、島弧-海溝系における異なった堆積環境の間 (とくに白亜紀後期) で認められる放散虫の個体数、産出頻度、多様性などの違いから著者が指摘した古堆積環境復元の面での放散虫化石の潜在的価値は今後の研究において注目すべき新しい側面である。

後半の分類学的研究で行った、主として走査電子顕微鏡による放散虫殻の微細構造の観察に基づいた種の同定は、それらの種の層位学的分布の詳細な追跡によって行った分帯の基礎をなすものであり、放散虫化石層位学への貢献だけでなく、環境解析の分野での基礎付けとしても高く評価される。

以上の研究は四国の白亜系の地質学的な意義、特にその島弧-海溝系の異なった地質学的環

境のもとに発達した過程を解明し、さらには放散虫化石に基づく広域対比の基準を明確にして、環境復元への道を拓くものであって、著者が自立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力と学識を有することを示している。よって、岡村眞提出の論文は、理学博士の学位論文として合格と認める。