

氏名・(本籍)	の 野	むら 村	りつ 律	お 夫
学位の種類	理	学	博	士
学位記番号	理博第	7 2 9	号	
学位授与年月日	昭 和 56 年 3 月 25 日			
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当			
研究科専攻	東北大学大学院理学研究科 (博士課程) 地学専攻			
学位論文題目	Cassidulinidae (Foraminiferida) from the Uppermost Cenozoic of Japan (日本最上部新生界産のカシドウリナ科 有孔虫の研究)			
論文審査委員	(主査) 教 授 高 柳 洋 吉	教 授 小 高 民 夫 教 授 北 村 信		

論 文 目 次

Abstract

Introduction

Acknowledgments

I. Previous works on Japanese Cassidulinidae

1. Review of stratigraphic distribution
2. Review of the modern distribution

II. Historical review on the classification of Cassidulinidae

III. Stratigraphic distribution of Cassidulinidae in the uppermost Cenozoic of Japan

1. Methods of collection
2. Studied area

3. Geological age assignment
 4. Remarks on the characteristic features of occurrence
 - IV. Comparative anatomy of wall structure and inner structure
 1. Introduction
 2. Methods
 3. Review of chamber formation and calcification
 4. Wall microstructure
 5. Lamellar structure
 6. Tests, sutures, chamber forms and arrangements
 7. Apertural forms and positions
 8. *Toothplates and other apertural modifications*
 9. Ornamentation
 10. Perforations
 - V. Classification of the Cassidulinidae
 1. Criteria for classification
 2. Ontogeny and phylogenetic relations in Cassidulinidae
 - VI. General remarks
 - VII. Systematic description
- Fossil localities and lithology of samples
- References
- Plates

論文内容要旨

序 論

Cassidulinidae 科の有孔虫は、後期白亜紀から現世に至るまでに著しい進化を遂げて汎世界的に分布しており、底生の石灰質殻有孔虫群において重要な位置を占める分類群である。しかし、底生有孔虫に関する最近の分類学的研究では、外部形態以外に殻の鉱物組成、微細構造、さらに内部構造の如き規準が重視される傾向にありながら、これらの分類規準についての解釈や、分類体系における階級的属性としての評価が定まらず、見解の一致していないタクサが多数存在するのが現状である。

有孔虫の生体の生物学的研究が、いまだにはなだ限られている現在、系統分類学的研究を行うには硬組織に残された情報を詳細に検討し、高次及び低次の分類では、いかなる形質あるいは形質群の組み合わせが分類規準として合理的かつ科学的であるかを見極める必要がある。このような観点の下に、本研究では、鮮新世から更新世に至るまでの日本産の保存良好な化石資料を検討した。

I. Cassidulinidae 科有孔虫の研究の歴史的背景

Cassidulina 属は、d'Orbigny (1826) によって提唱され、室が旋回状 2 列配列していることで特徴づけられる。そして、Loeblich and Tappan (1964) の分類体系が公表されるまでは d'Orbigny の概念が広く受入れられてきていた。

一方、殻構造について研究した Wood (1949) は、Cassidulina 属に放射状構造 (radial) と粒状構造 (granular) のあることを認め、分類形質としての殻構造の重要性を強調したが、しかし既成の分類体系をこれによって改編することはあえてしなかった。また、Hofker (1951) は口孔の内部構造解明に専念し、Cassidulina 属には歯板が常に備わっていることを図示した。Nørvang (1958) は、歯板の有無と殻構造の違いを組み合わせ、Cassidulina と Islandiella の 2 属に分割し、さらに Loeblich and Tappan はこれら先人の成果を発展させて、この 2 属は異なった系統に発現した isomorphism, すなわち平行進化による結果とみなし、それぞれを古生代の Endothyracea から分化した別々の上科に含めた。

II. 層位的および古地理的分布

層位的に研究の進んでいる地域を対象に Cassidulina 群集の時空的分布を明らかにすべく試みた。それらの地域は、北海道南西部、男鹿半島、佐渡、新潟県出雲崎および西頸城、北陸、茨城県日立太田、銚子、房総半島、三浦半島、高知県南東部、沖縄本島南西部である。これらより採集した岩石試料のなかで、保存良好な Cassidulinidae の個体を 200 以上集めることができた 145 試料について検討した。

Asano and Nakamura (1938)によって提唱された日本海区と太平洋区の2 *Cassidulina* 地理区は、明らかに認められ、種構成に顕著な差異がある。また、同じ太平洋区であっても、本州・四国の群集と沖縄本島で認められる群集とでは、共通種は少なくないが、しかし種類および構成種に差異がある。そこで、太平洋区を Boltovskoy (1965)の現世有孔虫の地理区分を考慮に入れ、遷移帯太平洋区と熱帯-亜熱帯太平洋区に分けた。すなわち、日本海区は *Islandiella* 属の典型的な北方種が優先する冷水型群集で占められ、放射状殻構造をもつ種が多産する。遷移帯太平洋区は、北方的要素を含むとともに熱帯ないし亜熱帯的な要素を伴う温水型群集が占め、産出種はほとんど粒状の殻構造をもつ。熱帯-亜熱帯太平洋区の群集は、沖縄本島の新里層、与那原層上部のものによって代表される暖水型群集である。これは、インド-太平洋区や中央太平洋区の群集に類似し、産出種のほとんどが粒状殻構造を示す。

これらの地理区の対立は、鮮新世から現世に至るまで存続し、それらの境界は時間的に変動しており、層位的にみると日本海区に間欠的に太平洋区の要素がはさまる層準（鮪川層、瀬棚層の一部など）がある。日本海区と太平洋区の対立が種の殻構造の相違として認識されることは注目すべきである。さらに、放射状構造にみられる2つの型の構造（III参照）は、堆積物の粒度組成と対応しており、殻構造が生息環境によって変化することを示唆した。しかし、*Takayanagia delicata* と *Cassidulina norvangi* は前述の一般的傾向に反し、前者は放射状殻構造でありながら太平洋区に多産し、後者は粒状殻構造でありながら日本海区に多産する。

III. 殻および内部構造の比較解剖

任意の方向に切断し、殻内部を露出させる手法 (Canada balsam-Xylen method) を改良し、主として SEM による観察を行うとともに、偏光顕微鏡による観察を併せて行った。Feigl's 溶液反応によると、全ての種の殻を構成する鉱物は殻構造の相違にもかかわらず方解石であると判定された。偏光顕微鏡において、殻の組織を、放射状構造の場合には、一軸性結晶の干渉像に似た distinctly radial と不均一な消光パターン of indistinctly radial に、また粒状構造の場合には、アメーバ状に粒子が緻密に組み合さった jagged granular と大きい粒子の組み合さった mosaic granular にそれぞれ区分した。SEM では、適度のエッチング (2.5% Glutaraldehyde-5 M phosphoric acid solution および Sodium hypochlorite 法) を行い、結晶単位がさらに径がほぼ $0.2\ \mu\text{m}$ の結晶要素によって構成されていることを明らかにした。結晶の要素と単位の構造差により、"fibrous" (Type I), "bundle-shaped" (Type II), "intricate" (Type III), そして "clumpy" (Type IV) の4構造に区分し、それぞれに定義を与えた。また、各構造のなかには、変異のみられるものもある。たとえば、bundle-shaped 構造は、結晶要素の分岐の程度および殻面に対する角度に変異がある。Towe and Cifelli (1967) や Taylor (1973) らは、殻構造が種によって一定したものとして理解する必要はないと力説している。このような彼らの見解は、前章で述べた如く、種の地理的分布および外部環境の差異が種の殻構造の相違となって表

現されていることから支持できる。

層状構造については、安定した構造ではないことを指摘した。壁孔に5つの形状を認め、個体発生を通しての変化は、種固有のものであることを示した。殻表面の装飾では、3つの基本的構造、すなわち、inflational (結晶単位の局部的増大)、incised (結晶単位の局部的減少)、および textural (結晶単位の局部的複雑化) を認めた。口孔の形状では9型を認めたが、各々は個体発生を通じて断続的な変化をみせることがわかった(Fig.1)。この口孔の型変化は、種の系統関係を知るうえで有用である。

従来、漠然と理解されがちであった歯板は、その有無等の認識だけで種間関係を論ずることはできない。歯板を一定した器官として取扱うことは危険であることを認め、歯板の各部位を比較形態学的に認識することの必要性を指摘した。

IV 分 類

階級的属性としての分類規準を次のように定めた。

上科：基本的な殻の組成。科：基本的な室の配列様式、基本的な口孔の形と位置。属：殻構造(放射状構造、粒状構造)、歯板の形態を含めた口孔の構造、殻の旋回程度。種：殻構造(放射状および粒状の各々に認められる低次の構造)、殻の形、室の形、壁孔の形、歯板の形、口孔の位置と形、殻表面の構造と装飾、キール、層状構造、殻の大きさ。

そして、これらの意義について吟味し、12の系統関係を認め、Cassidulinidae 科を11構成属にまとめた(Fig.2)。

10種よりなる *Islandiella* は放射状殻構造よりなり、室配列は開旋回し、典型的な歯板を有している。1種確認された *Cassidulinoides* は、放射状殻で、成長後期に旋回が解け、歯板の遊離構造を備えない。*Takayanagia* (新属) は、1種よりなり放射状殻で歯板構造は無い。*Paracassidulina* (新属) は、室形および口孔の構造が *Takayanagia* に似るが、粒状殻構造を有しており、10種1亜種よりなる。*Globocassidulina* は、Cassidulinidae のなかで最も多くの種で構成され、30種よりなり、全て粒状殻構造を有している。このなかで、壁孔がスリット状の系統と円形およびその類似形の系統に区分される。*Evolvocassidulina* は5種よりなり、外形が *Cassidulinoides* に似るが粒状殻構造をもつ。口孔板をもつ *Cassidulina* は、2種よりなり2つの型の粒状構造よりなる。*Lernella* には3種認められ、口孔板を有し、成長後期に旋回が解ける。*Burseolina* は2種1亜種よりなり典型的な口孔弁をもつ。4種認められた *Ehrenbergina* は、成長初期がわずかに旋回した三角形の外部形態を示す。*Hastulina* (新属) は、成長初期にわずかに旋回するのみで、紡錘形の外部形態を示し、確認された4種とも粒状殻構造をもつ。

Islandiella, *Cassidulinoides*, および *Takayanagia* の各属は、Loeblich and Tappan の分類体系に基づけば、Buliminacea 上科の *Islandiellidae* 科に含まれることになるが、上述の如く彼らが第一義的なものとした分類規準に対する反証があがった以上これらの属の分類的位置

は、Cassidulinacea 上科の Cassidulinidae 科に含めるように改めるべきで、Islandiellidae 科は廃止するのが妥当と考えられる。

記載の章では、統一された形式のもとに、3 新属、72 種（うち 25 新種）、2 新亜種の詳細な記載を行った。このうちには、本邦では未確認であった 16 種が含まれている。

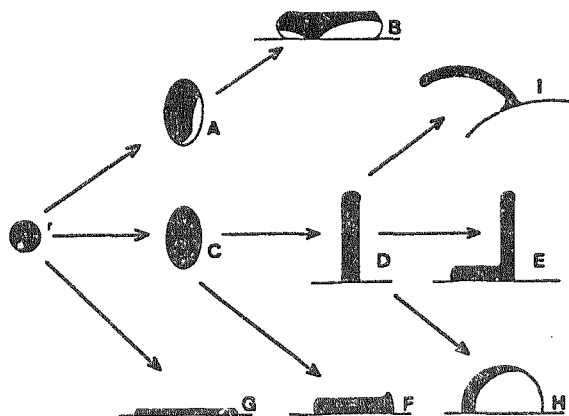


Fig. 1. Diagram showing the ontogenetic gradation of apertural type.

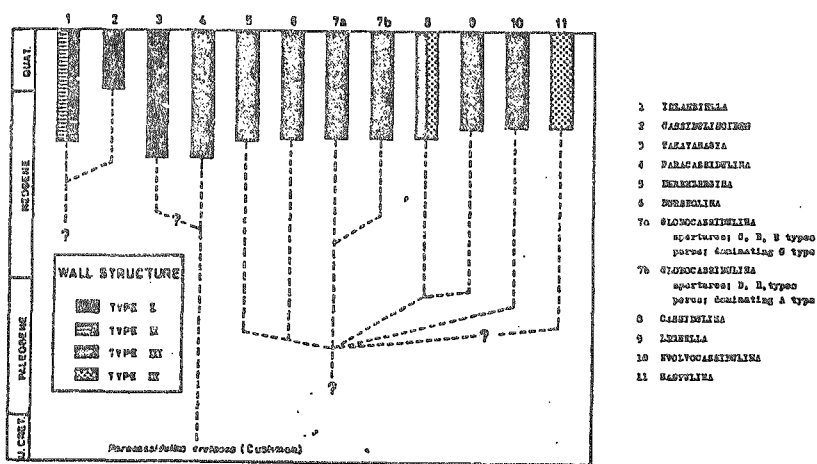


Fig. 2. Supposed phygeny of the Japanese Cassidulinidae in association with the wall structure.

論文審査の結果の要旨

有孔虫の分類体系は 1940 年代にほぼ現行のものに近い体裁をとるに至ったが、高次分類群についての諸家の見解はまだ多岐に分れていた。これらを徹底的に吟味して総合したのが、現在広く採用されている Loeblich and Tappan の体系 (1964) である。しかしながら、これにおいてすら基準となる分類形質の評価が定まらず、階級的位置づけに問題のある分類群が一部残され、今日でも混乱のもととなっている。本論文は、その焦点的課題のひとつである *Cassidulina*-*dae* 科を対象に、多角度から検討し、系統分類を試みたものである。

一般に *Cassidulina* で代表される形態群は 2 列状の室群が旋回する特徴的配列様式をとる。これらの分類に際して、Loeblich and Tappan は殻壁の微細構造と口孔部を中心に発達する歯板構造の 2 形質を最重要視し、これらの相違ないし有無によって上科レベルで 2 群に分ち、系統的にかなり離れた *Cassidulinidae* と *Islandiellidae* の 2 科を設立した。この分類体系の妥当性を検討するに当たって、野村は先ず北は北海道より南は沖縄に至る最上部新生界の分布地域より広く化石資料を系統的に採集し、群集の種構成と種の層位的分布を明らかにした。これによって *Cassidulina* 形態群の 2 大地理区 —— 太平洋区と日本海区 —— は、一部に例外を伴うものの大きくは殻構造の異なる種群の地理的分化と見なされ、さらにその中で殻構造の変化が堆積物の粒度組成をよく反映している事実を明らかにした。

殻および内部構造については、微細な殻の解剖方法を改良し、走査型電子顕微鏡、偏光顕微鏡を併用して観察した。この結果、殻組織を 4 型に、結晶単位と要素の配列と形態を 4 構造に、壁孔を 5 型に、殻表面装飾の構造的要素を 3 型に、さらに口孔を 9 型に分類した。これらの要素に加えて、従来用いられている各種の構造および形態要素を分類形質として採用し、分類階級と形質との関係を吟味することによって、*Cassidulina* 形態群を *Islandiella*, *Cassidulinoides*, *Takayanagia* (新属), *Paracassidulina* (新属), *Globocassidulina*, *Evolvocassidulina*, *Cassidulina*, *Lernella*, *Burseolina*, *Ehrenbergina*, *Hastulina* (新属) の 11 属に分け、これらを *Cassidulinidae* 科として一括した。そして、この新体系の下で 3 新属, 25 新種を含む 72 種, 2 新亜種の綿密な記載を行った。

以上は、従来混乱していた *Cassidulina* 形態群の分類形質に関する厳密な評価規準を提供したにとどまらず、底生有孔虫の系統分類に対する大きな貢献であると評価される。これは野村律夫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すものであり、よって野村律夫提出の論文は、理学博士の学位論文として合格と認める。