

論文審査の結果の要旨

氏名 西 田 梢

本論文は、軟体動物二枚貝類のリュウキュウサルボウ亜科（フネガイ科）に見られる貝殻微細構造の周期性をもたらした要因が季節的な水温の変化であることを実験的に解明し、それを基に本亜科の進化史と古生物地理学的変遷を環境変動との関連で論じたものである。全体は8章からなり、主要部の第2章から第6章が導入（第1章）と総合的議論（第7章）・結論（第8章）に挟まれた構成である。第2章では、本亜科に見られる貝殻微細構造を詳細に記載し、第3章では、そこで見られる周期性と季節的温度変化との相関を酸素同位体の測定結果に基づき論じている。第4章では水温変化と貝殻微細構造変化の因果関係を水槽実験の結果から解明し、第5章、第6章では、それぞれ、現生種の分子系統樹と貝殻微細構造の観察結果および化石種の貝殻微細構造の観察結果から、本亜科における貝殻微細構造の系統発生、地理的分布域の変遷と環境変化との関連を考究している。

第2章では、走査型電子顕微鏡観察およびアセテートピール法による詳細な微細構造の観察により、本亜科に属するアカガイ

(*Scapharca broughtonii*) が、外層にアラゴナイトからなる混合稜柱構造と交差板構造をもち、これら外層に占める2つの微細構造の相対的な厚みを周期的に変化させていたことを示した。また、Mutvei法による貝殻染色結果、微細構造の有機炭素量の比較、および透過型電子顕微鏡による観察により、混合稜柱構造は交差板構造に比べて有機物量が多いことも明らかにした。これら2種類の微細構造の

違いは有機基質の相違も含め、これだけ詳細に観察された例はなく、その綿密な記載は高く評価できる。

第3章では、アカガイ貝殻の酸素安定同位体比分析による生息水温の復元を行い、外層に占める微細構造の厚み変化との対比を行った。その結果、高温期には交差板構造のみ、低温期には混合稜柱構造と交差板構造を発達させていることを明らかにした。この周期的な変化は、観察を行ったすべての個体でみられ、変動周期は北域の個体ほど短く、南域の個体ほど長いことも示された。また、軟X線観察結果より、外層に占めるこれら2種類の微細構造は密度の違いから、年周期の密度の異なるバンドとして観察されることを明らかにした。これは簡便な年齢査定法として応用的な価値も高い。

第4章では、アカガイの5段階水温飼育実験を実施し、微細構造形成と水温との因果関係を検証した。13°C、17°C、21°C、25°C、29°Cの水温区にて58日間の飼育を行い、実験中の貝殻成長量や殻サイズの増加、湿重量計測を行った結果、アカガイは17°C区で最もよく成長していることを明らかにした。また、外層に占める微細構造の厚みや面積の計測を行った結果、水温が低い温度区の個体ほど、混合稜柱構造の外層に占める厚み、面積が大きいこと、さらに混合稜柱構造の貝殻成長速度が交差板構造より有意に大きいことを解明した。これらの結果は、水温の低下によって、貝殻微細構造変化のスイッチが入ること、さらにそれが低水温での貝殻外表面の成長量の増大という機能に関連している可能性があることを初めて示した成果として高く評価できる。

第5章では、地理的分布と微細構造の比較により、温帯域から亜寒帯域に生息する*Scapharca*属は混合稜柱構造と交差板構造をもち、熱帯から亜熱帯域に多く生息する*Scapharca*属以外の属（*Anadara*属、*Tegillarca*属など）は交差板構造のみを持つこと、すなわち、より低

温の環境に生息する属が混合稜柱構造を持つことを明らかにした。また、分子系統樹上の形質マッピングにより、少なくとも現生 *Scapharca* 属の共通祖先は混合稜柱構造を獲得していたこと、また、中新世中期までに日本周辺域に北上して分布を広げた本亜科が、その後の寒冷化に伴い種分化した過程で混合稜柱構造を獲得した可能性が高いことを示した。

さらに、第6章では、本亜科の化石種の観察結果から、混合稜柱構造を持った化石種は、**Mid Miocene Climatic Optimum**以降の寒冷化の進行していた時代(12Ma以降)から産出し、それ以前の化石個体(前期中新世~)は、交差板構造のみを外層に持っていたこと、つまり、地球の寒冷化が、寒い水温で形成される混合稜柱構造の獲得に影響を与えていた可能性があることが示された。この結果は、生物進化と環境変動との関連を実証的に示した画期的成果として非常に高く評価することができる。

なお、本論文第1章の一部は中島礼・間嶋隆一・疋田吉識の各氏と、第2章および第3章の一部は石村豊穂・鈴木淳・佐々木猛智の各氏との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。