

論文審査の結果の要旨

氏名 横尾 直樹

本論文は4章ならびに Appendix から構成される。第1章はイントロダクション、第2章はオカダンゴムシの外骨格の構造、第3章は軟体動物幼生の殻の構造、第4章は全体を通じた結論について述べられている。Appendix ではマグネシウムを含有する非晶質炭酸カルシウムの結晶化過程について述べられている。

第1章はイントロダクションで、本論文の学問的位置づけ、特に非晶質炭酸カルシウム (ACC) のバイオミネラリゼーションにおける重要性が述べられている。本章はバイオミネラリゼーションに関する一般的な導入に始まり、ACC の化学的性質、モルフォロジー、実験室における合成法について述べた後に、これまでの研究例をレビューしながらバイオミネラリゼーションにおける ACC の重要性について詳細に述べている。これらの記載から本論文の学問的な位置づけを明確にし、本研究の目的、意義について記述している。

第2章では、陸生甲殻類に分類されるオカダンゴムシの外骨格に対して行った詳細な電子顕微鏡観察について述べられている。先行研究により、オカダンゴムシの脱皮間期における外骨格は、最外層、遷移層、内皮層という3つの石灰化した層と、膜性板という有機物のみから成る層があることが知られている。このうち最外層と遷移層はカルサイトから構成され、内皮層は ACC を安定的に保持するとされる。本研究の観察により、これまで遷移層として示されてきた層が、構造などの違いから上部遷移層と下部遷移層とに分けられることが示された。上部遷移層では、さらに外側に形成される板状カルサイト層からエピタキシャル成長することで方位の揃った比較的大きな結晶を形成するのに対し、下部遷移層では、層内に含まれるキチンを主成分とした有機繊維に方位を制御された微細なカルサイト結晶によって層が形成されることが明らかになった。脱皮直後の遷移層は ACC から成ることが先行研究により示されており、ACC が結晶化する際は、エピタキシャル成長する場合と繊維に沿った結晶化をする場合との少なくとも二つのプロセスが存在することが示唆された。元素分析の結果から、内皮層における ACC の安定化にはリンの化合物が大きく関与していることも示された。さらに、脱皮中試料における観察結果から、遷移層の外側に形成される最外層も、ごく初期には ACC を保持し、それが前駆体となってカルサイトが形成されることがわかった。これらの結果から、オカダンゴムシの外殻の形成プロセスを提案した。

第3章では、アコヤガイ、および他三種の幼殻について、微細構造の共通性や ACC の有無について述べられている。軟体動物幼生の殻は、現在のところ ACC を前駆体としてア

アラゴナイトが形成されるという説が有力であるが、ACCの有無について明確な結論は出ていなかった。本研究による詳細な殻微細構造の観察、結晶学的な分析によって、アコヤガイ幼殻は最終的に以下に示すような三層構造を呈することが示された。すなわち、{110}双晶を密に含み結晶粒界をもたない柱状コントラストを示す層(外層)、{110}双晶を密に含む領域と多結晶体領域が混在する中層、明瞭な結晶粒界を有する柱状結晶の集合体である内層、である。いずれの層も c 軸が殻表面に対して垂直に配向するアラゴナイト結晶から成り、ACCの存在は確認されなかった。その他の三種(海水生巻貝、淡水生二枚貝、淡水生巻貝)の構造についても比較したところ、全体的な構造は類似しているものの、巻貝綱と二枚貝綱との間で、主に中層の構造に違いがみられた。二枚貝綱の二種では中層は比較的粒状なのに対し、巻貝綱の二種では殻表面に平行に近い方向への伸長がみられた。ただし、いずれの種においても c 軸が殻表面に垂直に配向するアラゴナイト結晶から成り、ACCは確認されないことが明らかになった。

第4章では、第2章、第3章から得られた新たな知見をまとめるとともに、本論文の結論が述べられている。

Appendixでは室内実験によりマグネシウムを含有するACCを合成し、アラゴナイトへの結晶化過程を報告している。ACCならびに得られた結晶相の詳細な電子顕微鏡観察を行い、生物試料を観察する上で重要な知見を与えた。

なお、本論文の第2章の一部は鈴木道生氏、猿渡和子氏、青木秀夫氏、渡邊克晃氏、長澤寛道氏、小暮敏博氏との共著論文として既に出版されているが、論文提出者の寄与が十分であると判断できる。

本研究は、陸生甲殻類であるオカダンゴムシといくつかの軟体動物幼生殻を対象に、殻の構造ならびにその形成過程を透過電子顕微鏡観察に基づいて詳細に解析し、バイオミネラリゼーションにより深い理解を与えた。研究成果のオリジナリティを審査委員会一同で高く評価した。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。