

氏名	SUTEECHARUWAT PATHITTA
授与学位	博士(工学)
学位記番号	博甲第237号
学位授与年月日	令和8年3月19日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
学位論文題目	医療材料を開発するためのウニ棘の力学特性と化学的な構造解析
論文審査委員	主査 教授 吉田 裕 教授 佐藤 満弘 准教授 兼清 泰正 教授 新井 博文 准教授 宮崎 健輔

学位論文内容の要旨

ウニ棘は炭酸カルシウムを主成分とする多孔質複合体であり、軽量かつ優れた機能特性を有していると考えられるが、これまでキタムラサキウニ (*Strongylocentrotus nudus*) を対象として行われた報告はない。特に、歩帯 (ambulacral) および間歩帯 (interambulacral) に区分された棘の構造や力学特性は知られておらず、また、バイオメテックス材料への応用に資する実験的な知見を得る目的で研究もされていない。本研究は、北海道沿岸に生息するキタムラサキウニを対象に、歩帯と間歩帯に区分されている棘の力学的特性・微細構造・化学組成を評価・解析し、それらの構造と機能の関係を明らかにするとともに、医療材料への応用の可能性を検討した。

まず、歩帯と間歩帯から採取したそれぞれの棘に対して片持ちばり曲げ試験により評価を行った。その結果、歩帯の棘は曲げ強さ (平均 631MPa) および弾性率 (52GPa) を示し、間歩帯の棘は曲げ強さ (平均 300MPa) および弾性率 (10GPa) を示した。それらの破断位置は、歩帯では先端や中間付近と特定されないのに対して、間歩帯棘ではすべての試料において、先端部のみで破断することがわかった。

またフーリエ変換赤外分光分析 (FT-IR) により全試料がカルサイト型炭酸塩であることを確認した。X線回折 (XRD) 法により得られた結果から、歩帯の棘のカルサイト結晶の(104)の面間隔は、間歩帯の棘のより減少していることから、歩帯の棘では、Mg 置換による格子収縮が起こっていると考えられた。さらに誘導結合プラズマ発光分光分析法 (ICP-AES) によって Ca、Mg の含有量を定量したところ、Mg 含有量は根元部付近で高く、シャフト部位で減少する傾向を示した。歩帯と間歩帯を比較すると Mg 含有量には違いがあるため、これらの結果から歩帯棘が歩行や安定性の確保、間歩帯棘が外敵からの防御といった機能性を重視した構造であることを考察した。

以上より、キタムラサキウニ棘は区分および部位に応じて結晶構造・元素組成・力学応答が精密に制御された高度な生体材料であることを報告した。本研究から得られた知見は、微細構造を模倣した複合材料設計に向けた指針を与えると考えられる。

審査結果の要旨

当該研究は、ウニ棘の機能と構造に注目し、医療材料への応用への可能性を検討した内容である。最終発表ではウニ棘そのものを歯科材料としての利用を考えるもの、また、ウニ棘を模倣したバイオミメティクス材料開発への探究が目的である。

キタムラサキウニ (*Strongylocentrotus nudus*) を対象として歩帯および間歩帯に区分された棘の曲げ特性と、粉碎し粒子とした棘の圧縮特性を評価するとともに分子構造、結晶構造及び元素分析を通じた構造の詳細から区分したウニ棘の機能特性の違いを考察し、このことが医療材料のための複合材料開発に向けた指針を与えると述べられた。

本発表を通して、審査員も医療材料への応用が期待できたことから、博士（工学）の学位に値する研究成果であると判断し、また、本成果はPeerJ誌（IF=2.3）でも公表されているため、合格とした。