

論文審査の結果の要旨

氏名 井上 志保里

人為的 CO₂ 排出による大気中の二酸化炭素分圧 ($p\text{CO}_2$) の上昇に伴って海水中の $p\text{CO}_2$ が上昇し、海洋酸性化が起こる。海洋酸性化は石灰化を抑制することから、ハードコーラルをはじめとする海洋生物に悪影響を及ぼすことが指摘されてきた。CO₂ がハードコーラルへ与える影響について主に水槽実験で個体・群体レベルの研究が行なわれてきたが、水槽実験の結果だけでは海洋酸性化への生態系としての応答を議論することはできない。そこで、野外における高 CO₂ 分圧環境下での生態系の応答の観察が重要となる。本論文では提出者本人が発見した硫黄鳥島における CO₂ ガス噴出口での生物分布観察をもとに、海洋酸性化によってハードコーラルからソフトコーラルへ群集シフトが起こるといふ仮説を立てると共に、高 CO₂ 分圧下での飼育実験を行ってこの仮説の検証を試みている。

本論文は四章からなる。第一章では序論として海洋酸性化が進むことによって海洋の炭酸系に起こる変化を記述している。また、その炭酸系の変化によって引き起こされるハードコーラルの石灰化阻害について、これまでの水槽実験で解かってきたことを述べている。そして、水槽実験だけでは生態系としての応答予測が難しいことを指摘した上で、野外において CO₂ ガスが噴出している地点での研究例を紹介している。その上で、酸性化が進んだ際にハードコーラル以外の生物が優先する可能性を示唆した研究を紹介し、論文提出者が発見した硫黄鳥島にあるサンゴ礁内の CO₂ 噴出サイト周辺ではソフトコーラルが密生していることを述べている。そして、ソフトコーラルの生物学的特徴をハードコーラルと比較しながら記述した上で、本研究ではハードコーラルからソフトコーラルへという新しい群集シフトの例を、野外調査と飼育実験との両方の視点から探ることを述べている。

第二章では、硫黄鳥島における野外調査について記述している。炭酸系の調査・観測を昼・夜で行い、硫黄鳥島の炭酸系の特徴が地形を反映していることを記述している。更に得られた炭酸系のデータ、特に pH データから、1 年を通じて予測されるアラゴナイト飽和度 [Ω_a] の値の範囲を計算している。そして、 Ω_a の平均値が最も低く、最低値が 1 を切る地点ではハードコーラルもソフトコーラルも生息せず、次に低い地点ではソフトコーラルのみが生息し、最も Ω_a が高く CO₂ ガスの影響を受けていないと考えられる地点においてはハードコーラ

ルが生息するという観察事実から、「海洋酸性化が進むとハードコーラルからソフトコーラルへ群集がシフトする」という仮説を立てている。

第三章ではこれまで全く例がなかったソフトコーラル、およびこれまで多く調べられてきたハードコーラルの両方について飼育実験を行い、代謝応答の結果を示している。そして、昼の石灰化については、ソフトコーラルはハードコーラルと違って Ω_a が低くなくても石灰化速度が変わらないこと、光合成については、 CO_2 が上昇するとソフトコーラルは光合成が促進されるのに対し、ハードコーラルは阻害されること、という両者で逆の応答を示している。これらの結果は、「ソフトコーラルはハードコーラルよりも酸性化に対して有利である」ことを示唆している。また、夜の石灰化については、ハードコーラル、ソフトコーラル共に $\Omega_a=1$ を切ると石灰質骨格の溶解が起こることから、両者において $\Omega_a=1$ を切ることは悪影響であることを指摘している。

第四章では、野外調査の結果と飼育実験の結果を比較している。そして、飼育実験から示唆された「ソフトコーラルはハードコーラルよりも酸性化に有利である」ことと、硫黄鳥島の低 Ω_a を経験する場所においてソフトコーラルが密生することは整合的であり、他のサンゴ礁においても、ソフトコーラルが生息出来るような礁池内であれば、このようなシフトが起こりうる可能性があることを指摘している。特に、もっとも低い Ω_a を記録した地点については、冬季において $\Omega_a < 1$ の状態が繰り返し生じることが、どちらのサンゴも生息しない原因であると考察している。また、他の低 Ω_a のサイトでのハードコーラルの生息について比較を行い、 Ω_a の平均値よりも、 $\Omega_a < 1$ が生じることがハードコーラルの生息限界を規定している可能性があることを提言している。

本委員会は、平成27年2月6日に学位論文の内容および関連事項について口頭試験を行った。本研究によって、海洋酸性化に伴うサンゴ礁内生態系のシフトと言う新しい仮説が立てられ、野外調査と飼育実験の両面からそのメカニズムと条件を評価したことは地球システム科学における重要な進展をもたらす業績であると判断し、審査委員全員一致で合格と判定した。

なお本研究の二章と三章の一部は茅根創、山本将史、栗原晴子との共同研究であるが、いずれも論文提出者が発見、調査、実験を主体的に行ったものであり、論文提出者の寄与が充分であると判断される。

上記の点を顧みて、本論文は、地球惑星科学、とくに地球システム科学の発展に寄与するものと認め、博士（理学）の学位を授与できると認める。