



Title	The relationship between size of secondary sexual characters and reproduction in both sexes of the kelp crab <i>Pugettia ferox</i>
Author(s)	深澤, 藍子
Description	この博士論文の全文は利用可能日以降に公開されます。利用可能日以前の閲覧方法は https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/ をご参照ください。
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(水産科学)
Dissertation Number	甲第16706号
Issue Date	2026-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16706
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/99551
Type	doctoral thesis
File Information	Aiko_Fukasawa_abstract.pdf, 論文内容の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（水産科学）

氏名：深 澤 藍 子

学 位 論 文 題 目

The relationship between size of secondary sexual characters and reproduction
in both sexes of the kelp crab *Pugettia ferox*

（オオヨツハモガニの雌雄における二次性徴形質サイズと繁殖の関係）

二次性徴形質とは、動物の成長過程で出現・発達する形態形質である。その多くは闘争のための武器や、求愛のための装飾として機能するため、繁殖成功度と密接に関わることが知られている。クモガニ上科のカニでは、生涯で最後の脱皮である「最終脱皮」に伴い、二次性徴としてオスの鋏、およびメスの腹甲が肥大化する。本博士論文では、二次性徴形質とクモガニ上科の研究を俯瞰し（第一章）、本上科モガニ科に属するオオヨツハモガニ *Pugettia ferox* において、最終脱皮前の小型の鋏をもつオスも成熟し交尾可能であることを明らかにした上で（第二章）、二次性徴形質サイズがオスの繁殖戦略（第三章）およびメスの抱卵数（第四章）に及ぼす影響を検証した。最後に、本上科におけるオオヨツハモガニの特異性を議論した（第五章）。

第二章では、通年採集と形態測定に基づき、オオヨツハモガニの最終脱皮に伴う形態変化と、函館湾における最終脱皮後の個体および抱卵メスの出現時期を調査した。また、最終脱皮前のオスが成熟しているかを検証するため、交尾経験のない成熟メスを用いた室内実験を行った。形態測定の結果、体サイズに対する相対鋏長（鋏長/甲長）が 0.660 以上のオス、相対腹甲幅（腹甲幅/甲長）が 0.487 以上のメスが最終脱皮後と推定された。また、これら最終脱皮後の個体は、オスは 12 月から翌 7 月、メスは 11 月から翌 7 月に出現し、2 月から翌 7 月には抱卵メスが観察された。最終脱皮後のメスを基準とすると、函館湾における本種の繁殖期は 11 月から翌 7 月であり、成体は雌雄ともに繁殖後の夏季に死亡すると考えられる。室内実験では、最終脱皮前のオス 6 個体のうち 3 個体において、交尾したメスの正常な放仔と、オスの交尾後の最終脱皮が確認された。したがって、本種の最終脱皮前のオスは生理的・行動的に成熟していることが明らかになった。この結果は、本種の野外個体群に、小型の鋏をもつ最終脱皮前の成熟オス（以下、脱皮前オス）と大型の鋏をもつ最終脱皮後の成熟オス（以下、脱皮後オス）が存在し、その双方がメスと交尾可能であることを示唆している。

このような二タイプのオスの存在は、ズワイガニ *Chionoecetes opilio* を含むクモガニ上科の他種でも知られている。これらの種では、脱皮後オスがメスをライバルオスから防衛するガード行動を積極的に行うことなどから、(i) 脱皮後オスがガード戦略を採用する一方、脱皮前オスはガードを行わず、スニーキング戦略をとる繁殖戦略の差異が見られる、あるいは (ii) 脱皮後オスが脱皮前オスに対して優位であるため交尾機会を独占し、脱皮前オスは生理的に成熟しているが実際の交尾機会はほとんどない、と考えられてきた。

そこで第三章では、オオヨツハモガニの脱皮前オスと脱皮後オスの繁殖戦術を比較した。ライバルオスのいない非競争条件として、[脱皮前 1-メス 1][脱皮後 1-メス 1]の計 2 個体を遭遇させる 2 群、ライバルオスのいる競争条件として[脱皮前 2-メス 1][脱皮後 2-メス 1][脱皮前 1-脱皮後 1-メス 1]の計 3 個体を遭遇させる 3 群を設定した。各個体のサイズを測定後に 12 時間の遭遇実験を行い、観察対象としたオスの交尾の有無・合計交尾時間・ガード行動の有無を群間で比較した。その結果、非競争条件において、脱皮前オスは脱皮後オスよりも交尾頻度が有意に高く、合計交尾時間も有意に長かったが、両オスのガード頻度には差がなかった。また競争条件において、脱皮前オスの交尾頻度は、同水槽内のライバルオスのタイプ (脱皮前オスか脱皮後オスカ) に影響されなかった。これらの結果から、クモガニ上科の他種と異なり、本種のオスは鋏の二型に伴う繁殖戦術の差異を持たず、また両者に繁殖上の優劣関係が存在しないことが示唆された。

本章の結果は、特に脱皮後オスの繁殖活性の低さに起因する可能性がある。ズワイガニのような低密度かつ限られた繁殖期をもつ深海性大型種と異なり、本種は藻場に高密度で生息し、9 ヶ月にわたる長い繁殖期を過ごす。このように繁殖可能なメスとの遭遇頻度が高い環境では、本種のオスにおいて精子枯渇や配偶者選択の強化が起こり、実験時の繁殖活性が低下していたことが推察される。実際に、脱皮前・後を問わず、オスが実験中に交尾したメスは、交尾しなかったメスよりも有意に体サイズ (甲長) が大きかった。また、一部の脱皮後オスは小型のメスと交尾せず共食いした。多くのメスと遭遇可能な環境では、特定のメス 1 個体を長時間ガードして父性を確保するよりも、新たなメスを探索する方が最終的な繁殖成功度が高くなり、ガード戦術の利益が低下する可能性もある。本章は二次性徴形質の二型が繁殖戦術の差異を伴わない、動物界においても稀有な例であり、密度などの他の生態学的要因がオスの繁殖戦術に影響を及ぼす可能性を示唆している。

カニのオスの鋏が武器・装飾形質である一方、メスの腹甲と腹肢は抱卵に不可欠な「保育形質」である。二次性徴形質研究の多くは、分類群を問わず武器や装飾形質の機能に着目しており、保育形質が繁殖成功度に及ぼす影響はほとんど明らかにされていない。

そこで第四章では、オオヨツハモガニのメスを対象に、本種の腹甲と腹肢が共に二次性徴形質であることを確認した上で、これらの形質 (腹甲・内腹肢・外腹肢) が抱卵数に及ぼす影響を検証した。抱卵メスの体サイズ (甲長・胸甲長・背甲面積) を考慮した一般化線形モデルを用い、各測定部位が抱卵数に及ぼす影響を解析したところ、腹甲長および腹甲面積が大きいメスほど有意に抱卵数が多かった。一方、内・外腹肢長は共に抱卵数に有意な影響を与えなかった。これは、腹甲サイズと異なり、腹肢の伸長が抱卵スペースの拡大に直接寄与しないためだと考えられる。

一般に、カニの抱卵数は甲長や湿重量などの体サイズ指標に基づいて推定されるが、本章により二次性徴形質が卵数に及ぼす影響が新たに実証された。卵を背負うカエルや、口内保育を行う魚類など、動物が卵や子の保持に用いる保育形質は動物界に広く存在する。今後は、幅広い分類群において保育形質サイズの機能評価が行われるべきである。

クモガニ上科において、最終脱皮に伴う雌雄の二次性徴は普遍的な現象であるが、本博士論文では、二次性徴形質のサイズと繁殖成功度の関係が雌雄で異なることを明らかにした。すなわち、オスの鋏サイズの大型化が繁殖成功度に与える影響は、オスの配偶行動を通して限定的であった一方で、メスの腹甲サイズは抱卵数を増加させた。二次性徴形質サイズの効果は、形質の機能 (武器・保育) やその種の生息密度・繁殖期の長さといった生態学的要因によって、多様に変化することが示唆された。