

オス選択的な漁獲が個体群に与える影響とそのメカニズム：  
ハナサキガニにおける個体群構造の改変と精子制限

学位論文内容の要旨

オスの保有精子量には限りがあるため、オス個体の少ない個体群では、精子制限による個体群増殖率の低下が予想される。したがって、大きなオスだけを選択的に漁獲する大型甲殻類漁業は、精子制限による個体群増殖率の低下を引き起こしている可能性がある。オス選択的な漁獲は個体群構造を改変（オスの小型化、性比のメスへの偏り）し、その結果、繁殖能力の低い小型オスに多くの交尾を行わせる。一般に、交尾回数の増加に伴って交尾あたりの射精量は減少し、大きな個体ほど交尾回数が増加しても多くの精子をメスに渡すことができる。そのため、個体群のメスは少ない精子量しか得られずに、低い産卵率、受精率になることが懸念される。また、漁獲による個体群構造の改変は、オスの精子配分戦略に影響を与えることによって、精子制限の可能性の増加や、メスの繁殖特性を介して個体群増殖率を低下させる危険性も考えられる。しかし、漁業活動による個体群構造の改変が、実際に個体群増殖率に与えるについて明らかにした研究例はほとんどない。

ハナサキガニ *Paralithodes brevipes* は、北海道における重要な水産有用種であるが、近年その漁獲量は長期低迷をつづけている。その原因として、現在施行されているオス選択的な漁獲法による上述のようなメカニズムが考えられる。そこで本研究では、本種におけるオス選択的な漁獲が個体群構造を改変することにより、精子制限が起こっている可能性とそのメカニズム、また個体群増殖率を低下させているメカニズムについて明らかにすることを目的とした。室内実験は独立行政法人水産総合研究センター厚岸栽培漁業センターにおいて、1999年から2004年の間に、また野外調査は道東の浜中湾（43° 30' N, 145° 60' E）において、2002年から2004年の間に行った。

まず、漁獲による個体群構造への影響と個体群中のメスの繁殖成功について調べた。その結果、漁獲により本種の個体群構造は改変され、オスの小型化と性比のメスへの偏りが生じていた。個体群内には、未産卵のメスや受精率の低いメス、小さな卵塊のメスが多数観察された。メスの受精率には時間的変異が見られ、繁殖期の後半に交尾したメスほど受精率が低いという傾向が見られ

た。また、03年と04年の間で繁殖期の開始時期に1ヵ月ほどのずれがあった。本漁業は漁期が固定されているため、その繁殖期のずれに依存して、繁殖期前に各年の個体群が経験した漁獲圧に差ができていたことが推測された。漁獲圧がより高いと推定された03年のメスの繁殖成功は、漁獲圧の低かった04年に比べて有意に低い値を示した。漁獲圧の差によって繁殖成功の差が出たことから、現行の漁獲はメスの繁殖成功に何らかの形によって悪影響を与えていることが考えられた。

次に、水槽実験によって、漁獲による個体群構造の改変が個体群増殖率を減少させるメカニズムについて調べた。性比のメスへの偏りとオスの小型化の影響を知るため、オスの交尾回数と体サイズを操作し、オスの繁殖能力への影響について調べた。その結果、オスは交尾回数の増加に伴って、射精量を減少させ、交尾成功率と受精率を低下させた。その傾向は、特に小型オスにおいて顕著であった。また、小型オスは大型メスに少ない精子量しか提供できなかった。これらの結果から、漁獲によるオスの小型化と性比のメスへの偏りは、残された少ないオス、もしくは小型オスに過度に多くの交尾をさせることによって、個体群のメスに精子制限を生じさせることが明らかとなった。また、精子回復速度は非常に遅いため、オスは交尾回数の増加によって保有精子数を枯渇させやすく、交尾可能な個体数が限られていることが示された。

漁獲対象個体群における精子やオスの利用可能性を調べるために、繁殖期直前、中期、直後に個体群からオスを採集し、各時間断面での保有精子量について調べた。その結果、繁殖期が進むほど、保有精子量を枯渇させ、繁殖不能になったオスが多数観察された。この精子やオスの利用可能性が時間経過に伴って低下していたことと、メスの繁殖成功の時間的変異との同調から、個体群において精子制限による繁殖成功の低下が起こっていることが考えられた。

一般に、オスは将来の交尾機会が増加すると、増加した将来の交尾機会に備えて精子を節約し、目の前のメスに少ない精子量しか渡さないことが知られている。そのため、漁獲対象個体群における性比のメスへの偏り(オスの交尾回数の増加)は、精子制限を招くかもしれない。そこで、オスを性比(オス:メス)が1:1の状況、もしくは性比がメスに偏った1:6の状況でメスと交尾させることにより、性比による射精量への影響について調べた。その結果、性比の変化によって射精量は変化せず、漁獲による性比のメスへの偏りは、精子配分戦略に影響を与えることによって精子制限の可能性を増加させることはないことが示された。

本種のメスは、繁殖期に入ると脱皮して、その直後から交尾可能となる。漁獲によるオス個体数の減少は、野外における雌雄の遭遇頻度を低下させ、メスの交尾を遅らせると考えられる。一般に、メスの交尾の遅延はその卵質に悪影響を与えることにより、メスの繁殖成功の低下を引き起こすことが知られている。そこで、メスの脱皮から交尾までの日数を操作し、メスの交尾が遅れることによる繁殖成功への悪影響について調べた。その結果、メスの脱皮から交尾までの日数の増加は、

受精率の低下、産卵時の脱落卵数の増加、卵の正常発生率の低下を引き起こすことにより、繁殖成功を減少させた。漁獲によるオスの利用可能性の低下は、メスの交尾を遅らせることによって、繁殖成功を低下させていることが考えられた。

次に、オス選択的な漁獲が引き起こす個体群構造の改変がメスの繁殖成功にどのように影響するのかについて、ハナサキガニと酷似した繁殖生態・能力を持つイボトゲガニ *Hapalogaster dentata* をモデル生物として用いて調べた。その結果、漁獲対象個体群を模したオスが小さく、性比がメスに偏った個体群では、精子制限によって個体群の繁殖成功に大きな低下が見られた。またその個体群においてのみ、メスの繁殖成功にハナサキガニ個体群と類似した時間的変異が見られた。これらの結果は、ハナサキガニ個体群におけるメスの繁殖成功の低下は、精子制限によって生じていることを支持する重要な追証であると考えられた。

以上のことから、ハナサキガニの漁獲対象個体群では、漁獲による個体群構造の改変がオスの繁殖能力を介して精子制限を引き起こし、さらにメスの交尾時期を遅らせることにより、メスの繁殖成功を制限していると考えられた。このようなメカニズムによる繁殖成功の低下は、大型甲殻類漁業だけではなく、行動などの形質の性差に起因し、結果的に漁獲圧がオスに偏るような漁業でも十分に起こりえる。本研究が示したように、性比に影響を与える漁業活動は、単にその資源量を減らすだけではなく、漁獲対象種の繁殖能力や繁殖特性を介して、さらに個体群の減少を加速させることが考えられる。今後、ハナサキガニをはじめ他の多くの漁獲対象種においても、その種の繁殖生態を考慮に入れた資源管理策の検討が必要であろう。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 中 尾 繁  
副 査 教 授 櫻 井 泰 憲  
副 査 助 教 授 五 嶋 聖 治

## 学 位 論 文 題 名

オス選択的な漁獲が個体群に与える影響とそのメカニズム：

ハナサキガニにおける個体群構造の改変と精子制限

ハナサキガニにおけるオスのサイズ選択的な漁獲がその個体群構造を改変することにより、精子制限を引き起こす可能性とそのメカニズム、また個体群増殖率を低下させるメカニズムについて明らかにすることを目的とした研究である。

まず、漁獲による個体群構造への影響と個体群中のメスの繁殖成功について調べた結果、個体群構造にオスの小型化と性比のメスへの偏りが生じ、メスの受精率には時間的変異が見られ、繁殖期の後半に交尾するほど低くなる事を示している。

次いで、水槽実験で、個体群構造の改変が個体群増殖率を減少させるメカニズムを明らかにした。

オスの小型化と性比のメスへの偏りの影響は、少ないオス、小型のオスに過度に多くの交尾をさせることになり、射精量の減少、交尾成功率と受精率の低下を引き起こしてメスに精子制限を生じさせる。また、オスは交尾回数の増加によって保有精子量を枯渇させる。繁殖期のオスは後半になるほど保有精子量を枯渇させ、これがメスの繁殖成功の時間的変異と同調することから、個体群において精子制限が繁殖成功の低下をもたらすと考えた。

しかし、漁獲による性比のメスへの偏りは、射精量の配分戦略に影響し、精子制限を起こす可能性はないという。

漁獲によるオス個体の減少は、メスの交尾を遅らせることから、受精率の低下、産卵時の卵脱落の増加、正常な卵発生率の低下などの卵質低下をもたらす。メスの脱皮から交尾までの日数を操作した結果、交尾が遅れると卵質の低下に

より繁殖成功を減少させる。

オス選択的な漁獲が引き起こす個体群構造の改変がメスの繁殖成功に与える影響について、対象個体群を模し易いイボトゲガニをモデル生物として検討した。その結果、ハナサキガニ個体群と類似した精子制限による繁殖成功の低下が認められた。

以上のことから、ハナサキガニの漁獲対象個体群では、漁獲による個体群構造の改変がオスの繁殖能力を介して精子制限を生じさせ、さらにメスの交尾時期を遅らせることにより、メスの繁殖成功を制限すると考えられる。

このようなメカニズムは、大型甲殻類漁業だけでなく、漁獲圧がオスに偏るような漁業には充分起こり得る。今後、ハナサキガニをはじめ、他の多くの漁獲対象種においても、その種の繁殖生態を考慮に入れた資源管理策の検討が必要であるとしている。

具体的な資源管理策については今後の課題として残されているが、審査委員一同は本論文が博士（水産科学）の学位を授与される資格があるものと判定した。