

## 学位論文題名

エゾイサザアミ *Neomysis mirabilis* の生活史と個体群動態

## 学位論文内容の要旨

イサザアミ属 *Neomysis* (アミ科 Misidae) のアミは、汽水湖や内湾から沿岸浅海域に分布し、その海域の動物プランクトン群集の中で優占することが多い。イサザアミ属は、植物プランクトンや動物プランクトン、デトリタスを餌としており、より高次の魚類や大型甲殻類の重要な餌となる。そのため、本属は食物網の中で重要な位置を占めており、優占種として群集の構造や動態に大きな影響を与えていると考えられる。北海道東部オホーツク海沿岸に位置する能取湖でも、イサザアミ属のエゾイサザアミ *N. mirabilis* が分布し、ホッケイエビ *Pandalus latirostris* やコマイ *Eleginus gracilis* などの産業上重要種をはじめ、多くのプランクトン食性の種の餌生物であることが知られている。しかし、その重要性は認識されてはいたものの、生態に関する研究はほとんど行われておらず、特に食物網中の役割を明らかにする定量的な研究は全く行われていなかった。

そこで本研究では、能取湖におけるエゾイサザアミの生活史と個体群動態を野外調査によって明らかにした。また、ホッケイエビと3種の魚類によるエゾイサザアミの捕食実験を行い、餌生物としての役割の重要性を検討した。そして、これらの結果から、能取湖の生物群集におけるエゾイサザアミの食物網中の役割を検討し、生物群集内での影響の大きさを明らかにし、群集や生態系の理解に貢献することを目的とした。

2006年4月から11月に週1回、水深30cmから80cmの地点でサンプリングを行い、体サイズ度数分布を基にコホート解析を行った。解析結果より6つのグループに分けられ、グループごとに生息密度、成長速度、性比、抱卵率、育房内発生段階の割合、成熟サイズ、抱卵数を算出し、グループ間で比較した。その結果、各生活史特性の違いから大きく3つの世代(越冬世代、春世代、夏世代)に分けることができた。越冬世代は、最大サイズや成熟サイズが大きい成長が遅かった。繁殖は約3週間隔で2回、抱卵数は多く、多くの個体で同調的に行われていた。春世代は、越冬世代と比較して最大サイズや成熟サイズは小さいが、成長は速かった。繁殖は約2週間隔で2~4回同調的に行われ、比較的抱卵数は少なかった。夏世代は、3世代の中で最大サイズや成熟サイズが最も小さいが、成長速度は最も早かった。繁殖は3世代で最も抱卵数が少なく、周期性・同調性は見られず回数の推定はできなかったが、繁殖期間から2回程度であると考えられた。このような世代間の生活史特性の違いは、温度-サイズ則とよく一致していた。

上記の調査で、夏季には加入から1週間以上経過した小型個体が急に見られなくなり、ある程度の大きさになると再び見られるようになるという現象が観察された。この現象は、本種や近縁種では報告されていない季節的かつ成長段階に応じた生息地変化である。夏世代の小型個体は夏季に深所へ移出し、成長と環境の変化に応じて浅所へ戻るということが分かった。この移出は、水温もしくは水温を原因とした他種の分布が原因であると考えられた。移出期間中(8月)と移出期間直後(9月)の水温を比較すると、浅所にあまり違いはなかったが、深所の水温が移出期間直後の方が高く、結果として水深間の温度差は小さかった。そのため、この移出は一定水温を閾値として起きるのではなく、温度差が重要で

あると考えられた。

また、越冬世代と春世代では大型個体が浅所に偏った分布をしていた。これも移出と同様に水温が要因であると考えられた。夏世代でこのような分布が見られないのも、夏世代の繁殖期である9月以後に水深間の温度差が小さくなるためと考えられ、エゾイサザアミの分布には水温のバリエーションが大きいかかわっているものと考えられた。

ここまでの結果から能取湖のエゾイサザアミの現存量の推定を行った。能取湖のエゾイサザアミの個体数は大きく変動しており、最少で4月の約17億4171万個体、最多で8月下旬の約640億8298万個体と推定され、現存量（湿重量）は、4月に約66トンと低く、8月下旬と9月中旬には約545トンと約504トンと大きくなり、11月には最少の約24トンと推定された。

エゾイサザアミと捕食者の関係性を検証するために次のような調査・実験を行った。胃内容物調査をクロガシラガレイとシモフリカジカを対象として、夏と秋に行い、季節変化に注目した。その結果、クロガシラガレイのエゾイサザアミへの依存度は非常に低かった。シモフリカジカは夏には全個体でエゾイサザアミが見られたが、秋には4割しか見られず、その重要度は季節的に変化していた。また、多数のエゾイサザアミと捕食者を同じ水槽で1日飼育するという摂餌実験をクロガシラガレイ、シモフリカジカ、クロソイを対象に行った。その結果、各捕食者の摂食量は夏よりも秋に多くなっていた。そして、これらの捕食が、秋のエゾイサザアミの急激な減少の要因となっていると考えられた。また、クロガシラガレイとシモフリカジカの一部の個体では、餌としてのエゾイサザアミのサイズに選好性が見られた。しかし、その選好性は異なり、クロガシラガレイは小さな個体を好み、シモフリカジカは大きな個体を好んでいた。この餌サイズ選好性は夏には見られたが、秋には見られなくなった。これはその時期に存在するエゾイサザアミの体サイズのバリエーションが、夏に大きく、秋に小さいことに起因していると考えられた。このような選好性を持つ捕食者の分布が上記のエゾイサザアミの深浅分布パターンに影響している可能性が示唆された。

能取湖のアマモ場に生息する魚類の胃内容物調査を行った結果、胃内容物重量割合はそれほど高くはないものの、全ての魚種でエゾイサザアミが見られ、エゾイサザアミは多種に利用される重要な餌種であると考えられた。ただし、エゾイサザアミの現存量の変化や捕食者の成長段階によって、エゾイサザアミの餌種として重要性は変化するかもしれない。ホッケイエビとコマイのエゾイサザアミ捕食量を推定した結果、ホッケイエビは秋のエゾイサザアミの急激な減少に、コマイは冬季の減少に、それぞれ大きな影響を与える可能性が示唆された。以上の捕食—被食関係をもとに、能取湖内の漁業生産上重要な魚種について、エゾイサザアミの果たす役割を生態系サービスの観点から検討した。その結果、ホッケイエビ漁業に対して餌種として直接的に約2,000万円以上貢献していると試算された。また、ホッケイエビの捕食者であるコマイにエゾイサザアミが捕食されることで、ホッケイエビの被食量を減少させるという間接的な貢献もあると考えられた。

このように、本研究はエゾイサザアミの個体群動態や生活史のパターンを明らかにするとともに、本種や近縁種では知られていなかった季節的な成長段階に応じた分布パターンの変化も明らかにした。また、その個体群動態や分布パターンの変化は、捕食者と深くかかわっている可能性が示唆され、生態系サービスの観点からも能取湖の生物群集（生態系）におけるエゾイサザアミの重要性を定性的にも定量的にも明らかにした。イサザアミ属は直接的な漁獲対象資源とはなっていないことも多いが、沿岸生態系において、生態系サービスを提供している重要な生態系構成種であると考えられた。本研究で示唆されたエゾイサザアミの漁業資源への大きな影響に関する理解は、沿岸生態系保全、および持続可能な漁業生産を論じる上で、今後ますます必要になると思われる。

# 学位論文審査の要旨

主査	教授	矢部	衛
副査	教授	五嶋	聖治
副査	教授	今井	一郎
副査	准教授	和田	哲
副査	准教授	千葉	晋 (東京農業大学)

## 学位論文題名

### エゾイサザアミ *Neomysis mirabilis* の生活史と個体群動態

イサザアミ属 *Neomysis* (アミ科) のアミは、汽水湖や内湾から沿岸浅海域に分布し、その海域の動物プランクトン群集の中で優占することが多い。イサザアミ属は、植物プランクトンや動物プランクトン、デトリタスを餌としており、より高次の魚類や大型甲殻類の重要な餌となる。そのため、本属は食物網の中で重要な位置を占めており、優占種として群集の構造や動態に大きな影響を与えていると考えられる。北海道東部オホーツク海沿岸に位置する能取湖でも、イサザアミ属のエゾイサザアミが分布し、ホッケイエビやコマイなどの産業上重要種をはじめ、多くのプランクトン食性の種の餌生物であることが知られている。しかし、その重要性は認識されてはいたものの、生態に関する研究はほとんど行われておらず、特に食物網中の役割を明らかにする定量的な研究は全く行われていなかった。

そこで本研究では、能取湖におけるエゾイサザアミの生活史と個体群動態を野外調査によって明らかにした。また、ホッケイエビと3種の魚類によるエゾイサザアミの捕食実験を行い、餌生物としての役割の重要性を検討した。そして、これらの結果から、能取湖の生物群集におけるエゾイサザアミの食物網中の役割を検討し、生物群集内での影響の大きさを明らかにすることを目的とした。

2006年4月から11月に週1回、水深30cmから80cmの地点でサンプリングを行い、体サイズ度数分布を基にコホート解析を行った。解析結果より6つのグループに分けられ、グループごとに生息密度、成長速度、性比、抱卵率、育房内発生段階の割合、成熟サイズ、抱卵数を算出し、グループ間で比較した結果、各生活史特性の違いから大きく3つの世代(越冬世代、春世代、夏世代)に分けることができた。越冬世代は、最大サイズや成熟サイズが大きいが成長は遅かった。繁殖は約3週間隔で2回、抱卵数は多く、多くの個体で同調的に行われていた。春世代は、越冬世代と比較して最大サイズや成熟サイズは小さいが、成長は速かった。繁殖は約2週間隔で2~4回同調的に行われ、比較的抱卵数は少なかった。夏世代は、3世代の中で最大サイズや成熟サイズが最も小さいが、成長速度は最も早かった。繁殖は3世代で最も抱卵数が少なく、周期性・同調性は見られず回数の推定はできなかったが、繁殖期間から2回程度であると考えられた。このような世代間の生活史特性の違いは、温度-サイズ則とよく一致していた。

上記の調査で、夏季には加入から1週間以上経過した小型個体が急に見られなくなり、ある程度の大きさになると再び見られるようになるという現象が観察された。この現象は、本種や近縁種では報告されていない季節的かつ成長段階に応じた生息地変化であり、夏世代の小型個体は夏季に深所へ移出し、成長と環境の変化に応じて浅所へ戻るということが分かった。この移出は一定水温を閾値として起きるのではなく、温度差が重要であると考えられた。

ここまでの結果から能取湖のエゾイサザアミの現存量の推定を行った。能取湖のエゾイサザアミの個体数は大きく変動しており、最少で4月の約17億4171万個体、最多で8月下旬の約640億8298万

個体と推定され、現存量（湿重量）は、4月に約66トンと低く、8月下旬と9月中旬には約545トンと約504トンと大きくなり、11月には最少の約24トンと推定された。

クロガシラガレイ、シモフリカジカ、クロソイを対象に行った摂餌実験の結果、各捕食者のエゾイサザアミ摂食量は夏よりも秋に多くなっていた。そして、これらの捕食が、秋のエゾイサザアミの急激な減少の要因となっていると考えられた。また、クロガシラガレイとシモフリカジカの一部の個体では、夏季に餌としてのエゾイサザアミのサイズに選好性が見られたものの、秋には見られなくなった。このような選好性を持つ捕食者の分布が上記のエゾイサザアミの深淺分布パターンに影響している可能性が示唆された。

能取湖のアマモ場に生息する魚類の胃内容物調査を行った結果、胃内容物重量割合はそれほど高くはないものの、全ての魚種でエゾイサザアミが見られ、エゾイサザアミは多種に利用される重要な餌種であることが判明した。ホッケイエビとコマイのエゾイサザアミ捕食量を推定した結果、ホッケイエビは秋のエゾイサザアミの急激な減少に、コマイは冬季の減少に、それぞれ大きな影響を与える可能性が示唆された。以上の捕食—被食関係をもとに、能取湖内の漁業生産上重要な魚種について、エゾイサザアミの果たす役割を生態系サービスの観点から検討した結果、ホッケイエビ漁業に対して餌種として直接的に約2,000万円以上貢献していると試算された。

以上のように、本研究はエゾイサザアミの個体群動態や生活史を明らかにし、本種の個体群動態や分布パターンの変化は、捕食者と深くかかわっていることを示し、生態系サービスの観点からも能取湖の生物群集（生態系）におけるエゾイサザアミの重要性を定性的にも定量的にも明らかにしたもので、水産科学に大いに貢献するものと高く評価された。よって審査員一同は、申請者が博士（水産科学）の学位を授与される資格のあるものと判定した。