博士（水産学）　坂　野　博　之

学位論文題名

洞爺湖におけるヒメマスの成長様式およびその成長に対する種間関係の影響

学位論文内容の要旨

日本の湖におけるヒメマスは、内水面漁業の重要種とされ、移殖・放流によって個体群が維持されている。一方、ワカサギ個体群もヒメマス同様に移殖・放流が行われ、両種が同所的に生息する洞爺湖や十和田湖では、両種の漁獲量に経年変動が見られ、必ずしも安定した漁業生産が得られていない。この原因として、両種とも湖の沖帯に分布し、共通の動物プランクトンを摂餌することにより、種間での餌をめぐる競争が生じるためと考えられている。すなわち、両種による動物プランクトンへの捕食圧が、湖内の動物プランクトン群集の現存量および種組成を変化させ、結果的に両個体群の再生産や加入、さらにその後の成長と個体群変動へも影響をもたらしている可能性がある。しかし、ヒメマスとワカサギの関係と、ヒメマスの成長に与える影響の具体的な過程は明らかにされていない。

そこで本研究では、北海道南西部に位置し、ヒメマスとワカサギが同所的に生息する洞爺湖を対象として、ヒメマスの個体成長様式の変異と、それに影響するワカサギとの種間関係を明らかにすることを目的とした。1992～1998 年の 7 年間、北海道大学水産学部附属洞爺湖臨湖実験所前浜にて、ヒメマスとワカサギを刺網を用いて周年採集し、解析に供した。はじめに、ヒメマスの成長様式および食性の体サイズによる変化を明らかにした。次に、野外で求められた成長率と湖沼環境の解析、生体エネルギーモデルに基づいた解析を行い、成長に影響する要因を推定した。さらに、ヒメマスとワカサギの動物プランクトンをめぐる競争関係を求め、両種が動物プランクトン現存量に与える影響について推定した。なお、調査期間中における洞爺湖の動物プランクトン現存量は、1994 年以降著しく減少したことが知られている。

はじめに、ヒメマスの成長様式の年変化を明らかにした。逆算体長

は各年級群で異なり、1⁺齢時と 2⁺齢時では経年的に小型化した。3⁺齢時でも、逆算体長は経年的に小型化していたが、1994 年級群で若干大型化した。同様の傾向は成長係数においても認められた。体サイズと成長量の関係を各年級群について求めたところ、1988～1992 年級群までは初期成長が良く、その後の成長が悪いという関係、1993 および 1994 年級群では初期成長が悪く、その後の成長が良いという関係が得られた。以上のことから、ヒメマスの体長および成長係数は経年的に低下したが、体サイズと成長率の関係は、1993 年級群以降大きく変化したことが明らかとなった。

ヒメマスの成長様式の変化が生じた期間中の食性を求めた。1994～1997 年におけるヒメマスの胃内容物中には、ワカサギが卓越して出現した。体長約 15cm を超えたヒメマスのみワカサギを摂餌し、大型のヒメマスほどワカサギを摂餌している割合が高かった。また、ヒメマスと摂餌されていたワカサギのサイズの関係は、大型のヒメマスほど摂餌するワカサギの体長が大きく、重量が多いことを示した。体長約 15cm 未満の小型ヒメマスは、動物プランクトンやヨコエビ類を摂餌していた。したがって、1994～1997 年の間では、ヒメマスの胃内容物組成は、成長に伴って変化することが明らかとなった。

次に、ヒメマスの成長に影響する要因を推定した。放流時のヒメマスの成長率、一年目（0⁺齢から 1⁺齢）および二年目（1⁺齢から 2⁺齢）の成長率は、動物プランクトン現存量と有意な正の相関が認められた。生体エネルギーモデルによる解析から、水温や体サイズが異なっても、ヒメマスの成長は摂餌量によってほとんどが説明されることが示された。生体エネルギーモデルにおける幾つかの変数に関して感度分析を行った結果、水温や遊泳速度などの変数よりも、摂餌比率や餌生物のエネルギー含有量など、摂餌に関する変数の方が成長に影響することが明らかとなった。これらのことから、洞爺湖におけるヒメマスの成長には、摂餌要因が強く影響することが示唆された。

洞爺湖において、ヒメマスと同所的に生息するワカサギの体長と食性の年変化を明らかにした。1993～1998 年におけるワカサギの体長は、当歳魚では年級群間で変化しないものの、1 齢魚では 1995 年級群と 1996 年級群が、1993 年級群と 1994 年級群より小さくなった。1994～1997 年におけるワカサギの胃内容物解析の結果、ワカサギはヨコエビ類や不明種の稚魚も摂餌するが、動物プランクトンを高い割合で摂餌することが示された。

次に、ヒメマスとワカサギの餌をめぐる競争関係の有無について解析した。1993～1997 年におけるヒメマスとワカサギの餌ニッチ幅は、1993 年において最も広く、1995 年において最も狭かった。同一期間における胃内容物類似度指数は、1993 年に高く、1995 年に低いといったニッチ幅の動態と同様の傾向を示した。1997 年と 1998 年の調査の結果、ヒメマスとワカサギの採集深度は、季節的に重複することが明らかとなった。漁獲量からみたヒメマスとワカサギの関係を明らかにするため、両種の 1930～1997 年までの漁獲量をロトカ-ヴォルテラ競争方程式に当てはめた。得られた変数の関係から、両種は競争関係による不安定共存状態にあることが推察された。以上のことから、両種は動物プランクトンをめぐる潜在的な競争関係にある可能性が推察された。

ヒメマスとワカサギによる動物プランクトン群集への影響を求めるため、両種の摂餌量推定を行った。ヒメマス個体群の摂餌量は 1993 年に相対的に高く、その後、経年的に減少する傾向が示された。その組成は、1993 年には橈脚類と枝角類が主であったが、1994 年以降ワカサギが主要な構成餌生物となった。ヒメマス個体群に摂餌されたワカサギの量は、洞爺湖漁業協同組合による漁獲量よりも多く、また、そのサイズも漁業者によって漁獲されるワカサギよりも小型であった。ヒメマス個体群による動物プランクトン摂餌量は 1993 年に相対的に高く、1994 年以降減少することが示された。しかし、ワカサギ個体群による摂餌量は、1995 年まで大きくは減少しなかった。

以上のことから、1992 年から 1997 年の間の洞爺湖において、ヒメマスの成長の経年変化が生じており、これには競争種としてのワカサギの存在と、両種が共通の餌とする動物プランクトン現存量の増減が影響することが明らかにできた。すなわち、ヒメマスの成長様式の変化について、以下のような過程が想定できる。動物プランクトン現存量が多い 1992 年と 1993 年では、ヒメマスは動物プランクトンを摂餌し、その成長率は高い。しかし、体サイズの大型化に伴い、体重維持摂餌量は多くなり、次第に資源の制限を受けやすくなるため、成長率は低下する。つまり、初期成長が良く、その後の成長が悪いというパターンになる。しかし、ヒメマスとワカサギによる動物プランクトンへの相対的に高い捕食が一要因として、1994 年における動物プランクトン現存量を激減させた。1994 年以降では、動物プランクトン現存量の減少が、動物プランクトンを摂餌するワカサギや小型のヒメマスの成長を低下させ、経年的な小型化をもたらした。一方、大型のヒメマスは、小型化したワカサギを摂餌できたため、動物プランクトン現存量の減少にも関わらず、そ

の成長を補償できた。つまり、1994 年以降のヒメマスの成長様式は、初期成長が悪く、その後の成長が良いというパターンになる。したがって、動物プランクトン現存量の少ない時期では、ヒメマスとワカサギの関係は、ヒメマスの体サイズによって餌の競争から捕食関係へ変わるサイズ依存的な関係であることにより、ヒメマスの成長様式が説明されると考えられた。

学位論文審査の要旨

主　査　　教　授　　島　崎　健　二
副　査　　教　授　　小　城　春　雄
副　査　　助教授　　桜　井　泰　憲
副　査　　助教授　　上　田　　宏
副　査　　教　授　　帰　山　雅　秀

学 位 論 文 題 名

洞爺湖におけるヒメマスの成長様式
およびその成長に対する種間関係の影響

日本の湖におけるヒメマスは、内水面漁業の重要種とされ、移殖・放流によって個体群が維持されている。一方、ワカサギ個体群もヒメマス同様に移殖・放流が行われ、両種が同所的に生息する洞爺湖や十和田湖では、両種の漁獲量に経年変動が見られ、必ずしも安定した漁業生産が得られていない。この原因として、両種とも湖の沖帯に分布し、共通の動物プランクトンを摂餌することにより、種間での餌をめぐる競争が生じるためと考えられている。すなわち、両種による動物プランクトンへの捕食圧が、湖内の動物プランクトン群集の現存量および種組成を変化させ、結果的に両個体群の再生産や加入、さらにその後の成長と個体群変動へも影響をもたらしている可能性がある。しかし、ヒメマスとワカサギの関係や、ヒメマスの成長に与える影響の具体的な過程は明らかにされていない。

そこで本研究では、洞爺湖に生息するヒメマスの成長に影響する要因を求め、同所的に生息するワカサギとの関係がヒメマスの成長に影響する過程を明らかにすることを目的として、両種の成長および食性、漁獲量の解析、および調査期間中である 1994 年以降減少した動物プランクトンに対する両種の摂餌量推定を行い、以下の知見を得た。

1) ヒメマスの成長様式の年変化を明らかにした。逆算体長と成長係数は経年的に低下した。体サイズと成長量の関係では、1988～1992 年級群までは初期成長が良く、その後の成長が悪いという関係、1993 および 1994 年級群では初期成長が悪く、その後の成長が良いという関係が得られた。したがって、ヒメマスの成長様式は、調査期間中に大きく変化したことが明らかとなった。

2) ヒメマスの成長様式の変化が生じた期間の食性を求めた。ヒメマスの胃内容物は、成

長に伴い動物プランクトンからワカサギに変化した。摂餌されたワカサギとヒメマスのサイズ関係は、大型のヒメマスほど大型のワカサギ、かつ多くのワカサギを摂餌することを示した。

3) ヒメマスの成長に影響する要因を推定した。ヒメマスの成長率は、動物プランクトン現存量と有意な正の相関が認められた。生体エネルギーモデルによる解析から、ヒメマスの成長は摂餌量によって説明されることが示された。生体エネルギーモデルに対して感度分析を行った結果、摂餌に関する変数が最も成長に影響した。以上のことから、洞爺湖におけるヒメマスの成長には、摂餌要因が強く影響することが示唆された。

4) 洞爺湖において、ヒメマスと同所的に生息するワカサギの体長と食性の年変化を明らかにした。1993～1998 年におけるワカサギの体長は、当歳魚では年級群間で変化しないものの、1 齢魚では小型化した。ワカサギの胃内容物解析の結果、ヨコエビ類や不明種の稚魚も摂餌するが、動物プランクトンを多く摂餌することが示された。

5) ヒメマスとワカサギの餌生物をめぐる競争関係の有無について解析した。両種の採集深度は季節的に重複し、胃内容物類似度指数も高い値を示した。両種の漁獲量を当てはめたロトカ-ヴォルテラ競争方程式の変数から、競争関係による不安定共存状態にあることが推察された。以上のことから、両種は餌生物をめぐる潜在的な競争関係にある可能性が推察された。

6) ヒメマスとワカサギによる動物プランクトン群集への影響を求めるため、両種の摂餌量推定を行った。ヒメマス個体群による動物プランクトン摂餌量は 1993 年に相対的に高く、1994 年以降減少した。しかし、ワカサギ個体群による摂餌量は、1995 年まで大きくは減少しなかった。

7) 以上のことから、ヒメマスとワカサギによる動物プランクトンへの相対的に高い捕食の結果、1994 年に動物プランクトン現存量を激減させたと推察された。動物プランクトン現存量の少ない時期では、両種の関係は、ヒメマスの体サイズによって餌の競争から捕食関係へ変わるサイズ依存的な関係となることにより、ヒメマスの成長様式が説明されると考えられた。すなわち、動物プランクトン現存量の減少により、動物プランクトンを摂餌するワカサギや小型のヒメマスは経年的に小型化したが、大型のヒメマスは、小型化したワカサギを捕食できるため、動物プランクトン現存量の減少に関わらず、その成長を補償できると考えられる。したがって、1994 年以降のヒメマスは、初期成長が悪く、その後の成長が良いという成長様式となることが示唆された。

以上の研究成果は、貧栄養湖としての洞爺湖におけるヒメマスとワカサギの成長・資源動態の関係を明らかにしたにとどまらず、これらの結果が閉鎖的な水域への魚類の移入に際して、魚種間関係はもちろんのこと、その環境収容力を十分検討する必要を示唆しており、重要な知見を提供したものと高く評価され、本論文が博士（水産学）のが悔い請求論文として相当の業績であると認定した。