

学 位 論 文 題 名

網走湖産ワカサギ (*Hypomesus nipponensis*) の

初期生活に関する生態学的研究

学位論文内容の要旨

ワカサギは淡水域で産卵し、海洋で成長する遡河回遊魚である。オホーツク海と繋がる網走湖は北海道内では最大、全国でも有数のワカサギの生産地で、年間約 200 トン以上が漁獲されている。網走湖産ワカサギは春に産卵し、夏には湖に残留する群（湖中残留群）と降海する群（遡河回遊群）に分岐する。遡河回遊群は晩秋に湖に回帰し、湖中残留群とともに湖内で越冬した後、春に産卵して一生を終える。これまでの研究で、卵から稚魚期に至る初期生活過程での生残率は年によって大きく変動することが明らかにされている。漁獲の対象となるのは主として遡河回遊群であり、その漁獲量は年々大きく変動するものの、その資源変動要因については充分解明されていない。

本研究は、網走湖産ワカサギの資源変動要因および生活史分岐の要因を明らかにすることを目的とし、本種の初期生態と環境要因との関係に注目して、以下の各項目について調査研究を実施した（項目 1～3 については 1995～1997 年、項目 4～6 は 1994～1997 年、項目 7 は 1998 年に調査）。

- 1) 仔魚期の湖沼の生息環境
- 2) 仔魚の湖沼での水平・鉛直分布特性
- 3) 天然湖沼および飼育下における仔魚の成長と摂餌特性
- 4) 稚魚期の湖沼の生息環境
- 5) 稚魚の成長と摂餌特性
- 6) 生活史分岐と環境要因との関係
- 7) 沿岸域と湖沼における稚魚の成長比較

それぞれの項目について得られた結果は以下のように要約される。

- 1) 仔魚期を過ごす春季 5～6 月の湖沼の物理環境は水平的に極めて一様であった。微小動物プランクトンは、水温が 10～15℃に上昇した時に急激に増加し、その衰退後はカイアシ類が増加した。しかし、調査した 1995～1997 年の 3 年間のうち、1996 年のみ、カイアシ類の増加は認められなかった。微

小動物プランクトンは汽水性の *Keratella cruciformis* (輪虫類)、カイアシ類は汽水性の *Sinocalanus tenellus* が優占した。春季の水温、塩分、クロロフィル *a* 量、微小動物プランクトン個体数密度は、3 年間の調査を通して統計的に有意な年変動を示した。

2) 孵化直後、卵黄嚢を持つ仔魚が流入河川近くに多く分布したが、卵黄嚢を吸収した仔魚の湖内における水平分布や体長組成の水平分布には、一定の傾向は認められなかった。一方、鉛直分布には明らかな特徴が認められ、仔魚は孵化直後から日中は深層、夜間は表層に分布する日周鉛直移動が観察された。日周鉛直移動は光環境に同調した仔魚の能動的な行動であるとともに、仔魚の消化管内容物個体数は明らかに夜間に多くなったことから、摂餌活動にも関連することが示唆された。

3) 仔魚の摂餌個体の出現率は、卵黄嚢保有個体の出現率の低下とともに増加した。摂餌を開始した仔魚は輪虫類を良く摂餌し、輪虫類の出現極大期と摂餌開始時期は一致していた。1995 年と 1997 年の調査では、摂餌開始後、体長約 10mm に成長した仔魚は、より大型の餌生物であるカイアシ類（主に *Sinocalanus tenellus*）へと主餌生物をシフトしたが、1996 年の調査では、消化管内にカイアシ類は観察されず、また 1996 年級群の生残率は最も低かった。飼育下での仔魚の成長速度は 0.12mm day^{-1} であった。乾重量を単位とした仔魚の日間成長率は 6.8%、日間摂餌率は 17.7% であり、総成長効率は 38.1% と推定された。仔魚の摂餌開始時期の網走湖における輪虫 (*K. cruciformis*) の日間生産速度 ($45.9\text{mg m}^{-3}\text{ day}^{-1}$) は仔魚の日間摂餌速度 ($12.0\text{mg m}^{-3}\text{ day}^{-1}$) の約 4 倍であり、このことから摂餌開始時期の仔魚は餌制限にはないと判断した。

4) 1994 ~ 1997 年の稚魚期 (7 ~ 9 月) の湖沼の生息環境 (平均水温、平均塩分、平均クロロフィル *a* 量、甲殻類プランクトン平均個体数密度) は、塩分を除いて年による有意な相違は認められなかった。

5) 稚魚は 7 ~ 8 月 (1994 年、1995 年、1997 年) または 8 ~ 9 月 (1996 年) に指数関数的に成長した。湿重量を単位とした成長速度は、1994 ~ 1997 年の 4 年間の各年級群で、 $0.043 \sim 0.075\text{day}^{-1}$ であった。成長速度と塩分の間には有意な正の相関関係が認められ、最も低塩分の 1996 年級群でその成長速度は最小であった。また、稚魚期移行前の甲殻類プランクトンが最も豊富だった 1997 年級群の成長速度が最大であった。胃充満度指数は、朝方に高くなる場合と夕方に高くなる場合の 2 つの傾向が認められた。消化速度は水温 22 °C で 0.1974 hour^{-1} と推定され、摂餌量 (日中の 10 時間) は、稚魚湿重量当たり 3.0 ~ 6.1% (平均 4.5%) と推定された。

6) 稚魚の降海は、湖内の稚魚個体数が最大となった直後、あるいは餌生物 (甲殻類プランクトン) が低密度の時か、急激に減少した時に発生し、毎年 7~8 月に集中していた。稚魚 1 個体が利用可能な餌生物 ($X; 10^4$ 個体/稚魚) と降

海個体数 (Y ; 個体 day^{-1}) との間には、明瞭な負の相関が認められ ($Y=1572.6e^{-0.048X}$ 、 $r=0.996$)、稚魚の降海個体数、稚魚の個体群密度、餌生物密度の 3 者は密接に関係していることが示された。網走湖の基礎生産量からワカサギ稚魚生産量までの転送効率は 1.2% と推定された。

7) 稚魚の沿岸生活期 (7 ~ 10 月) は宗谷暖流水 (塩分 33psu 以上) の影響下にあった。沿岸水温は約 15℃ と比較的一定であったのに対し、網走湖水温は 20℃ から 10℃ まで大きく変化した。8 月に沿岸域で採集された稚魚の体長と体重は、同時期に湖内で採集された個体よりも大きかった。稚魚の主な餌生物となるカイアシ類の個体数密度と現存量は、季節的に常に湖の方が高く推移した。本来、冷水性であり遡河回遊魚であるワカサギにとって、両水域での体サイズの違いは餌条件よりも、沿岸域の一定した低水温と塩分環境が稚魚の成長にとって有利であったと推測された。

以上の結果から、網走湖産ワカサギの資源変動要因として、カイアシ類 (*S. tenellus*) の消長が深く関係し、ワカサギ仔魚が最初の餌生物である輪虫から、カイアシ類 (主に *S. tenellus*) へと餌生物を替える時期に、カイアシ類が豊富に存在しているかどうか、仔魚の生残やそれ以降の成長に密接に関わっていることが明らかとなった。また、生活史分岐の要因は、遡河回遊群の降海個体数が、湖中残留群のワカサギ個体数密度、網走湖内の餌生物個体数密度と密接に関連していたことから、稚魚 1 個体が利用できる餌生物の多寡にあることが示唆された。ワカサギにとって、海洋は捕食などのリスクの大きい生息場所ではあるが、遡河回遊群は湖中残留群よりも、より大きな体サイズとなって湖内に回帰する。一方、湖中残留群は体サイズは小さいが、リスクの少ない生息場所を確保し、翌春の産卵加入の可能性は、遡河回遊群よりも高いと推察される。このように、網走湖産ワカサギの生活史分岐は、沿岸域と湖沼で、得られる餌生物や生息空間の資源を分割することによって、ワカサギ個体群を維持する上で、成長や繁殖に重要な機能を持つものと解釈された。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 池 田 勉

副 査 教 授 桜 井 泰 憲

副 査 助 教 授 志 賀 直 信

学 位 論 文 題 名

網走湖産ワカサギ (*Hypomesus nipponensis*) の 初期生活に関する生態学的研究

北海道の重要水産資源の一つであるワカサギは淡水域で産卵し、海洋で成長する遡河回遊魚である。オホーツク海と繋がる網走湖は北海道内では最大、全国でも有数のワカサギの生産地で、年間約200トン以上が漁獲されている。網走湖産ワカサギは春に産卵し、夏には湖に残留する群（湖中残留群）と降海する群（遡河回遊群）に分岐する。遡河回遊群は晩秋に湖に回帰し、湖中残留群とともに湖内で越冬した後、春に流入河川に遡上して産卵し、一生を終える。漁獲の対象となるのは主として遡河回遊群であり、これまでの研究では卵から稚魚期に至る初期生活過程での生残は年によって大きく変動し、それによって漁獲量も大きく変動がすることが示唆されている。しかし、その生残に関わる環境要因については充分解明されていないのが現状である。

本研究は、本種の資源変動要因に直接関与すると思われる初期生活過程での生残率と、湖中残留群と遡河回遊群の生活史分岐の環境要因について、網走湖における詳細な野外調査資料に基づき考察したもので、その成果は以下のように要約される。

孵化した個体は5～6月に仔魚期に達したが、彼らの主要な餌料である微小動物プランクトンは水温が10～15℃に上昇した時に急激に増加し、その衰退後はカイアシ類が増加した。しかし、調査した1995～1997年の3年間のうち、1996年のみカイアシ類の増加は認められなかった。微小動物プランクトンは汽水性の *Keratella cruciformis*（輪虫類）、カイアシ類は汽水性の *Sinocalanus tenellus* が優占した。仔魚の摂餌個体の出現率は、卵

黄囊保有個体の出現率の低下とともに増加した。摂餌を開始した仔魚は輪虫類（主に *K. cruciformis*）を良く摂餌し、輪虫類の出現極大期と摂餌開始時期は一致していた。1995年と1997年の調査では、摂餌開始後、体長約10mmに成長した仔魚は、より大型の餌生物であるカイアシ類（主に *Sinocalanus tenellus*）へと主餌生物をシフトしたが、1996年の調査では、消化管内にカイアシ類は観察されなかった。さらに、1996年級群の初期生残は他の2ヶ年よりも著しく劣るものだった。これらの結果から、網走湖産ワカサギの資源変動要因として、カイアシ類（主に *S. tenellus*）の消長が深く関与し、ワカサギ仔魚が最初の餌生物である輪虫から、カイアシ類へと餌生物を替える時期に、カイアシ類が豊富に存在しているかどうか、仔魚の生残と密接に関わっていることを明らかにした。

仔魚は稚魚へと発育し、稚魚は7～8月（1994年、1995年、1997年）または8～9月（1996年）に指数関数的に成長した。稚魚の成長速度は塩分と密接に関係することを見出し、最も低塩分であった1996年級群の成長速度が最も遅いことを明らかにした。また、稚魚の日間摂餌量を、体重（湿重量）当たり約4.5%と見積もった。さらに、稚魚1個体が利用可能な餌生物密度と降海個体数との間に明瞭な負の相関を認め、稚魚の降海個体数、湖中での稚魚の個体数密度、餌生物密度の3者は密接に関係していることを明らかにした。これまで、生活史分岐には餌条件が強く関与している可能性が予想されていたものの、実際に餌条件と生活史分岐との関係を解析したのは本研究が最初である。最後に、生活史分岐の利点として、遡河回遊群は捕食リスクの大きい沿岸域を生息場所とするがより大きな体サイズで湖内に回帰すること、湖中残留群の体サイズは小さいが捕食リスクの少ない生息場所を確保し、産卵加入の可能性を高めることが考えられ、両生活史の存在が網走湖産ワカサギの個体群維持にとって極めて重要な役割を果たしているであろうと結んでいる。

上記の内容は、有用水産資源の資源変動機構に係わる資源生態学的現象を長期にわたる詳細な野外調査資料から解析し、その成果は当該水産資源の持続的有効利用の策定に大きく貢献するものとして高く評価できる。よって審査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のあるものと判定した。