

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名  畠山 類

ニシン科魚類は、世界に 216 種が知られる低位硬骨魚類の一群である。サバ科やアジ科魚類が熱帯域から温帯域を生息域としているのに対して、ニシン科魚類は熱帯～亜寒帯まで広い水域で生活史を完結する種が存在する。本研究では、ニシン科魚類がどのような生態的特性が、祖先種の生息水域と考えられる低緯度水域から高緯度水域への進出を可能にしたかを、サバ科およびアジ科魚類との対比で明らかにする。一方、ニシン科内においては、低緯度海域に生息するキビナゴ *Spratelloides gracilis* の資源量が低水準で安定しているのに対して、高緯度海域に生息するニシン *Clupea pallasii* で資源量水準が高くかつ大変動する。このような緯度による資源量変動様式の違いの要因を、ニシン科魚類の生態的特性の種間比較によって明らかにすることを目的とした。

### 1. ニシン科魚類における成長・発達過程の特性 –サバ科、アジ科魚類との比較–

ニシン科、アジ科、サバ科魚類各 2 種の仔魚期における成長速度を比較したところ、最も速かったサバ科のサワラ *Scomberomorus niphonius* では、摂餌開始から 25 日間で乾燥体重が 6300 倍に増加した。マサバ *Scomber japonicus* も成長が速く、孵化後 5 日からの 18 日間で乾燥体重が 1400 倍に増加した。これに対してニシン科のニシンでは孵化直後から 40 日間の乾燥体重増加は 110 倍にとどまった。アジ科魚類はサバ科とニシン科の中間的な速度を示した。仔魚期間が最も短いのはサワラの 18 日間で、最も長いのがニシンの 55 日間であった。サバ科魚類に比べてニシン科魚類は仔魚期の成長が遅く、継続期間が長かった。

ニシン、シマアジ、マアジ、サワラの屈曲期仔魚において、回復可能な飢餓の臨界点 (PNR) に至るまでの時間を比較したところ、ニシン (9.5 日) が最も長く、次いでサワラ (4.0 日)、シマアジ (2.0 日) とマアジ (2.0 日) の順となった。飼育水温と乾重体量で標準化してもニシン仔魚の PNR までの時間は他種よりも長く、ニシン仔魚の飢餓耐性が高いことがわかった。

ニシン科魚類仔魚の赤血球密度は 3 種とも、サバ科やアジ科魚類より著しく低かった。ニシン科 3 種仔魚において、一次鰓弁は変態完了により近い段階で分化することがわかった。赤血球や鰓の発達が遅いことは酸素要求量が少ないこと、したがってエネルギー消費速度が遅いことを示しており、ニシン科仔魚の高い飢餓耐性の要因と考えられた。ニシン科 3 種仔魚が、シマアジやサワラ仔魚より多くのグリコーゲンを肝臓に蓄積していること、アジ科、サバ科魚類には見られない好酸性物質を体腔に蓄えていることが明らかになり、これら栄養物質の蓄積がニシン科魚類仔魚の飢餓耐性を高めていると考えられた。

## 2. ニシン科魚類 3 種間における成長・発達特性の比較

ニシン仔魚に比べると、キビナゴは視精度が高く、コノシロ仔魚は体側遊離感丘密度が高かった。これらの感覚器が発達しているキビナゴやコノシロは捕食者からの逃避能力がニシンよりも高いと考えられた。摂餌開始時の体長はニシンがキビナゴやコノシロより大きかった。また、混合栄養期の継続期間はニシンが 2.0 日と他 2 種の 0.5 日よりも長かった。摂餌開始時により大型で混合栄養期が長いニシンは、キビナゴやコノシロに比べて仔魚期初期における飢餓耐性が高いと考えられた。変態開始時の体長は 3 魚種で類似していたが、変態完了時の体長はニシン (27.4 mm SL) がキビナゴ (18.8 mm SL) とコノシロ (18.7 mm SL) よりも大きかった。仔魚期の成長速度や変態速度が遅いニシンは、エネルギー消費速度が遅く栄養要求が少ないために、貧栄養な環境下でも成育できると考えられた。

以上の結果から、ニシン科魚類の仔魚は低い代謝速度と栄養物質の蓄積によって飢餓耐性を高め、アジ科やサバ科の仔魚が生存できないような餌生物密度が低い、あるいは餌生物密度が予測不能に大きく変動する海域に進出して生息することができたと考えられた。

キビナゴとコノシロは生物生産力が高く捕食圧も高い春～夏季に仔魚期を過ごすため、仔魚が高い逃避能力を持つことで生残確率を高めていると考えられる。一方ニシンは、生物生産力が低く捕食圧も低い冬季に仔魚期をおくるので、飢餓耐性を高めて生残確率を高めていると考えられる。ニシン仔魚は、春季のプランクトン大増殖前の冬季に仔魚期を過ごし、生活史の中で成長がもっと速い稚魚期をプランクトン大増殖期に一致させることで、亜寒帯水域における短い成長期に急速に成長することを可能にしていると考えられた。また、亜寒帯水域の高い生産力を最大限に利用することによって、ニシンは莫大な資源量を形成できると考えられた。しかし、ニシンの亜寒帯水域への適応にも関わらず、予測不能に大きく変動する亜寒帯水域の海洋環境のために資源への新規加入の失敗は避けられず、ニシンは大規模な資源変動を行うと判断された。

サバ科・アジ科魚類との初期生態特性の比較によって、ニシン科魚類が亜寒帯水域まで生息域を広げることが可能にし、現生のニシン科魚類が熱帯から亜寒帯水域にどのように適応しているかを明らかにした本研究の結果は、魚類の資源生態学として重要な意義をもつと評価され、審査委員一同は本論文が学位（農学）に値するものと判断した。