

魚類におけるビタミンKの分布と生理機能に関する研究

宇田川 美穂 (中央水産研究所)

本研究では魚類におけるビタミンKの分布を調べると共に、生体内における生理機能について考察を行った。魚類の組織中にはビタミンKが含まれるが、その量と種類は魚種や食性により大きく異なることがわかった。生体内中のビタミンKの中でフィロキノンは大量に見いだされたが、メナキノンは少量であった。また、ビタミンKの吸収率はフィロキノンが高く、メナキノン類で低くなっており、魚類のビタミンK利用能については両者で異なる可能性が示唆された。魚類をビタミンK欠乏食で飼育すると、産卵期においては死亡が多発すること、仔魚期においては骨異常個体が増加すること等も明らかになった。この増加は卵中及び餌中にビタミンKが欠乏したときに顕著であり、骨組織が薄く脆弱になる様子が観察された。これにより、ビタミンKは魚類にとって必須の成分であり、特に骨の発達に大きな役割を果たしていることが判明した。

No.18, 1-40 (2006)

本州東方海域におけるツノナシオキアミの漁業及び生活史に関する研究

瀧 憲司 (遠洋水産研究所)

ツノナシオキアミは北太平洋における優占するオキアミ類であり、本邦太平洋側ではオホーツク海南西部から駿河湾にかけて分布している。本種は冬春季の三陸・常磐沿岸において重要な漁獲対象種である。1992~2001年の年間平均漁獲量、漁獲金額はそれぞれ6万6千トン、31億円である。年間漁獲量、漁期及び漁獲金額の年変動は大きいため、安定した経営及び流通のため正確な資源量の評価及び漁況予測が求められている。一方、本種は、多くの固有種、回遊種の重要な餌となり、生態系における鍵種である。また、その大きな生物量を考慮すると、低次生産に対する捕食圧も大きなものと推察される。このように、本種が北太平洋において低次栄養段階から高次栄養段階への物質の輸送に重要な役割を果たしていることを考慮すると、海洋生態系の構造を理解するうえで、本種の分布、生活史及び炭素収支に関する定性・定量的な研究が重要となる。そこで、本研究では本州東方域における本種の漁業、水平・鉛直分布、生活史、生物量、炭素収支(生産量及び代謝量)、食性を検討した。

まず、海況変動がツノナシオキアミの漁況にどのように影響してきたか明らかにするために、本漁業

の発展や漁獲規制を考慮しつつ、単位努力当たり漁獲量(CPUE)等の漁況指数の経年変化を親潮第一分枝等の海況指数との関係で調べた。その結果、漁況と海況の関係では次のような傾向が認められた。すなわち、親潮第一分枝の南下が弱い年には、漁況は岩手県沿岸域では比較的安定するが、宮城県沿岸域及び常磐沿岸域では低いCPUEを示したり初漁日が遅くなったりして不漁を呈した。一方、親潮第一分枝の南下が強い年には、宮城県沿岸域及び常磐沿岸域では岩手県沿岸域と同様に高いCPUEを示したり初漁日が早くなったりして好漁を呈した。

本州東方域におけるツノナシオキアミの水平分布及び生活史の平均像を明らかにするために、ノルパックネットと新稚魚ネットを用いて広域(約36-43°N, 145°E以西)における本種の産卵域、分布、成長の季節変化及び寿命を調べた。その結果、交尾と産卵は周年親潮域と親潮系冷水域で行われ、春季にその盛期を迎え、晩秋~冬季に停滞気味であった。成長については、小型成体(越冬前)において3~6月に明確な成長が認められた。寿命は、雄で24ヶ月、雌で28ヶ月と推定された。発育段階間の分布については、ファーシリア期から成体にかけて徐々に冷水域側に分布を拡げる一方、大型成体(越冬個体)で暖水域側に出現しなくなる傾向が認められた。また、産卵域や各発育段階の地理的な分布パターンは季節的な水塊の配置と密接な関係を有した。

ツノナシオキアミの鉛直分布の実態及びそれを規定する物理・生物的環境要因を明らかにするため、ORI、ビームトロール、MOCNESS ネット標本を用いて本州東方域の三陸沿岸域(陸棚及び陸棚斜面上部)及び沖合域における本種の鉛直分布の季節変化を調べた。まず三陸沿岸域では、水温躍層が発達し近底層に8℃未満の冷水が存在する6~12月の陸棚斜面上部に本種の底付群が形成されていた。しかし、春季には全水柱をほぼ7-8℃で覆われる陸棚域で漂流群が多く出現し、底付群は全沿岸域においてほとんど認められなかった。沖合域では、全測点平均でみると、夜間の分布深度(中央値)はファーシリア中期から大型成体にかけて発育するにつれて徐々に深くなる傾向が認められた。一方、昼間の分布深度はファーシリアI期から同VI期にかけて発育するにつれて徐々に深くなる傾向が認められた。夏~秋季の暖水域における夜間の未成体及び成体の分布深度は深くなる傾向が認められ、特に大型成体は中層の躍層より上部をほとんど超えることができなかった。一方、春季の日中の未成体及び成体の分布深度は夏~秋季(300-400m)に比べ浅く(約150m)、その結果鉛直幅の短くなる傾向が認められた。

ツノナシオキアミの炭素収支の特徴を明らかにするため、道東～常磐沿岸域における本種の生物量、生産量及び代謝量を調べた。生物量は、道東域では夏～秋季、三陸・常磐域では晩春～初夏に高かった。年平均生物量は、道東、三陸、常磐域でそれぞれ381, 314, 258mg C m⁻²であった。ほぼ年間の全生産量（成長＋脱皮＋産卵）は、道東域（3,829mg C m⁻²）と三陸域（3,872mg C m⁻²）で同様であったが、両海域とも常磐域（2,243mg C m⁻²）より顕著に高かった。各海域において成長生産量が全生産量の占める割合（51.5～70.9%）が最も高かった。全代謝量（基礎代謝＋鉛直移動による代謝）は3,062～3,486mg C m⁻²で、同化量（全生産量＋全代謝量）の50.1～57.7%を占めた。このうち、基礎代謝量（2,257～2,783mg C m⁻²）は同化量の32.8～42.5%と、各海域とも最も高い割合を占めた。

環境中の餌生物に応じてツノナシオキアミ成体の食性や摂餌様式がどのように変化するか明らかにするため、道東域及び常磐域における本種の胃内容物の季節変化を調べた。ツノナシオキアミは、環境中のクロロフィル *a* 濃度が高い時に多くの珪藻を摂餌し、クロロフィル *a* が低い時にカイアシ類を摂餌する傾向が認められた。一般に、胃内容中のカイアシ類の個体数及び炭素量とも常磐域の方が道東域より高かった。全摂餌量に対するカイアシ類の割合は道東域で7.3%、常磐域で30%と推定され、緯度の低い温暖な海域ほどカイアシ類の餌としての重要性が高まると考えられた。

以上得られた結果をもとに、同属の南極オキアミや *Neocalanus* 属のカイアシ類と比較しながら、ツノナシオキアミの季節的回遊の重要性、三陸・常磐沿岸域における本種の漁場形成機構、本種の摂餌が低次生産に与える影響について論議した。

No.18, 41-165 (2006)

伊豆諸島北部海域におけるタカベの資源学的研究

亘 真吾（瀬戸内海区水産研究所）

タカベ *Labracoglossa argentiventris* は、九州から房総半島にいたる太平洋岸の岩礁域に生息し、伊豆諸島の沿岸漁業において多く漁獲される。伊豆諸島北部海域において年間の魚種別水揚げ重量、金額ともに1位の主要漁獲物であり、当資源の持続的利用を確保することは、地域の水産業においても重要な課題である。本研究はタカベの年齢や成長、単位努力量あたり漁獲量（CPUE）の標準化、資源量推定などの資源学的研究により、資源の現状評価や資源管理に必要な基礎的情報を得ることを目的とする。

第二章は、従来年齢査定に使用されていなかった耳石について、年齢形質としての有効性を検証した。伊豆大島周辺海域で収集したタカベの耳石の不透明帯の外縁を輪紋とし、縁辺成長率と縁辺部の輪紋出現割合を調べた。輪紋は、生後1年半の春から夏にかけて第1輪が形成され、その後1年に1本ずつ同時期に形成されると判断した。

第三章は、1994～2003年に伊豆諸島北部海域で収集した標本を用いて、年齢、成長、成熟について調べた。耳石と鱗の輪紋を計測し輪紋数組成を求めた。輪紋数の出現頻度を比較した結果、耳石より鱗の輪紋数が過小に推定される傾向があった。また、耳石と鱗の読み取り誤差を比較した結果、査定値の精度は耳石の方が高かった。

成長を把握するため、年齢－尾叉長関係の von Bertalanffy 成長式と、尾叉長－体重関係のアロメトリー式を推定した。小型魚のサンプルが不十分であったため、全てのパラメータを地区別に推定することは出来なかったが、赤池情報量規準（AIC）より極限体長と分散を大島、利島～式根島、神津島の地区別と性別に、成長係数を性別に推定したモデルが選択された。成長は生後2歳頃まで急速に進み、雄より雌が、また伊豆諸島北部海域で南側の島ほど大型に育つことが示された。耳石と鱗の年齢査定値の違いが成長曲線に与える影響を検討したが、1歳まで体長組成から年齢査定が可能なることに加え、高齢になると成長が緩やかになり年齢と尾叉長の関係があまり変化しないため、推定される成長曲線はほとんど同じであった。アロメトリー式は AIC より、性別に推定した乗法誤差構造のモデルが選択された。生殖腺指数（GSI）の値は、産卵期の9～12月にかけて他の時期より高く、ピークが10月に現れた。同時期の成熟率は、満1歳で15%、満2歳以上ではほぼ100%だった。

第四章は、CPUEに含まれる年変動以外の要因を取り除き、資源量指数としての信頼性を高めるため、一般化線形モデルを使用し標準化を行った。1991～2003年の大島の刺網、新島の寄網、神津島の建切網の水揚げ票と、水温と黒潮流路の情報を収集した。島間の移動に関して、伊豆諸島北部海域全体で移動がある場合と、大島、利島～式根島、神津島の地区内でのみ移動がある場合の2つの仮説を考えた。年、月、場所、島と漁法、黒潮流路の接近、黒潮の型、水温の主効果と二次の交互作用を使用し、それぞれの地区について、年の主効果を含む全ての組合せのモデルを推定し AIC の値を比較した。AIC が最小だったモデルは、最小二乗平均を使用し、他の効果を平均化して年変動を抽出した。1991年以降タカベの資源水準は横ばいであっ

た。

第五章は、年齢、漁獲量、CPUEの情報を使用し、移動に関する2つの仮説に基づき、資源量をチューニングVPAで推定した。第三章と飼育魚の知見より、耳石の方が鱗より真の年齢を当てる確率が高く、読み取り誤差が小さいことから、年別年齢別漁獲尾数を求める際、耳石の年齢が正しいと考え、鱗の年齢組成の偏りを耳石の基準に変換した。チューニングには、第四章で標準化したCPUEを使用し、最小二乗法でパラメータを推定した。さらに、CPUEの観測誤差と年齢査定誤差が、パラメータと資源量推定値に与える影響を評価した。1998年以降のタカベの資源量は600～700t台を推移し、漁獲割合は2～3割だった。資源量推定値の誤差は、近年になると増大する傾向があり、2003年の変動係数は0.2程度だった。また、年齢別の選択率を調べた結果、高齢魚に対して若齢魚の漁

獲圧が低いことが示された。これは、価格の高い大型魚を中心に漁獲するため、小型魚の漁獲が抑制されているものと考えられる。推定結果には、島間の移動の仮説による差がほとんどなく、資源管理方策の検討について同様の判断が可能と考えられる。%SPRは2003年の漁獲圧で約50%だった。YPR解析の結果、漁獲圧を現状より高めた場合、全体の漁獲量はわずかに増加するものの、大型魚の漁獲量は減少することが示唆された。

漁獲係数が $F_{0.1}$ に近いことや、年齢と漁獲の関係、YPR、SPR解析の結果から判断すると、伊豆諸島北部海域のタカベ資源は漁獲過剰ではないと考えられる。タカベ資源の持続的利用のためには、現状の努力量水準と若齢魚に対する低い漁獲圧の両方を維持する必要がある。

No.18, 167-242 (2006)