

大阪湾におけるカタクチイワシの生態と生産構造に関する研究

山本圭吾

カタクチイワシは大阪湾において、生活史のほとんどで高度に利用される重要漁業生物である。資源生態に関する研究は古くから行われてきたが、内湾の環境変動の大きさから生残条件との関係性が把握しにくく、漁況予測や資源管理に十分な成果が得られていない。近年、大阪湾を含む瀬戸内海において貧栄養化と漁獲量の減少が議論され始めており、カタクチイワシでも成長や生残に影響が及んでいる可能性が懸念される。一方外海資源が大きく変動するのに対し、内海では資源が比較的安定しており外海とは別の変動要因が働いている可能性が考えられる。本研究では、大阪湾におけるカタクチイワシの資源生態と低次生物からの生産構造について明らかにすることを目的とした。本研究により、内海の環境がカタクチイワシ資源に与える影響や、内海資源の変動要因についての知見が整備される。本研究の成果は以下のようにまとめられる。

第1章では、研究の背景と目的を示し、第2章で大阪湾における産卵から資源加入までのカタクチイワシ生態解明のための調査研究を行った。大阪湾における卵仔魚の出現は4月～12月であったが、近年出現が冬期に伸びる傾向が見られた。月別では初夏と秋季にピークを持つ2峰型と、一方にのみピークを持つ単峰型のパターンが見られた。卵仔魚は東部沿岸域を中心に出現した。大阪湾奥は生産性が高く、親の索餌場および産卵場となっていると推測されたが、過去と比較してマイワシのニッチをカタクチイワシが占めるようになった可能性が示された。鉛直的には、卵は湾奥で表層、沖合では5～10m層で多く採集された。また、発生段階が進んだ個体ほど表層に分布した。ただし、湾奥であっても河川水の影響で塩分が低い水塊が存在する場合には下方に分布した。次に2001～2006年に採集された卵について卵サイズの変化を調査した。卵体積は初期の5月に大きく、6月に小型化するがその後の変動は年により異なり、必ずしも水温が最も高い9月に最小とはならなかった。飼育条件下では、水温が上昇すると卵サイズは小型化するが、天然海域で同様の結果にならなかった原因として、卵サイズが最小となる時期に親魚群が1歳魚から当歳魚にシフトすることを示した。親魚の出現調査を2010年～2015年に、胃内容物調査を2014年～2016年に行った。親魚の漁場は冬春季には湾南部まで広く存在したが、夏秋季には湾奥に集中した。カタクチイワシ胃内容物中にはカイアシ類が優占したが、環境中の存在割合とは必ずしも一致しなかった。さらに耳石日周輪解析によりシラス期の成長を検討した結果、成長量と水温との間に約23℃をピークに持つドーム型の関係が、餌生物であるカイアシ類ノープリウス幼生密度との間に弱い正の関係が見いだされた。このうち水温との

関係を他海域と比較したところ、仔魚期においては、22~23°Cまたは27°C以上の温度で最適な水温が存在するという2つのシナリオの可能性が示唆され、後者の場合、餌不足や溶存酸素濃度などが夏季の成長低下に影響を与えている可能性が示された。

第3章では大阪湾におけるカタクチイワシの漁獲量変動と資源量を推定した。船曳網、巾着網の漁獲量を整理するとともに、漁獲量からシラス期（カタクチシラス）と未成魚期以降（カタクチ）に分けて資源量を推定し、その年変動を求めた。カタクチシラスの漁獲は2000年代前半と2010年代に比較的好調に推移した。未成魚期以降漁獲は1998年まで低調であったが2000年代半ばまで大きく増加し、以降は横ばいで推移した。このデータからコホート解析により資源量を推定した結果、大阪湾全体の資源量はカタクチの変動と、資源尾数はカタクチシラスの変動と概ね同調して変動した。

第4章では大阪湾における環境の長期変動と低次生産過程における転送効率の変化について検討した。大阪湾で取得された環境の長期データから低次生産における生産速度を計算し、カタクチイワシに至るエネルギーの転送状況の経年変化を求めた。物理環境では、水温が上昇傾向、栄養塩では溶存無機態窒素（DIN）で減少傾向が顕著であった。生物環境では、Chl.aが減少傾向にあった。Chl.aから計算された生産速度から、表層における生産速度が大きく減少したのに対し、下層の生産速度は減少していない可能性が示された。動物プランクトンは個体密度で優占した繊毛虫類とカイアシ類について生産速度を計算した。繊毛虫類の生産速度は1990年代前半まで著しく高い値を示すことがあり、移動平均値は1990年代中頃まで上昇したが、1990年代後半から急速に低下し、2000年代中頃以降は小さい値となった。一方、カイアシ類は変動幅が小さく顕著な減少傾向も見られなかった。加えて月齢別の成長率からカタクチイワシの生産速度を計算し、各栄養段階への転送効率を算出した。さらに、各栄養段階で生産速度と下位の現存量との関係を検討した。基礎生産者から繊毛虫への転送効率は1990年代以降大きく低下した一方、カイアシ類への転送効率は2000年代以降徐々に増加した。繊毛虫、カイアシ類それぞれについてChl.a濃度と転送効率および生産速度の関係を検討した結果、両群ともChl.a濃度の上昇に伴い転送効率は急速に低下したが、その割合は繊毛虫類でより緩やかであった。また、生産速度との関係は、両群とも二次曲線の当てはまりがよかったが、カイアシ類はChl.a濃度10-15 $\mu\text{g L}^{-1}$ の濃度で極大となるドーム型を示した一方、繊毛虫類では20 $\mu\text{g L}^{-1}$ 以上に極大を持つ曲線であった。一次消費者からカタクチイワシへの転送効率は1995年以降上昇傾向を示した。カイアシ類現存量とカタクチイワシ生産速度の間には明確な関係はみられず、転送効率との関係では有意な低下傾向となった。

第5章では、総合考察として大阪湾の環境および外海域のカタクチイワシ資源の変化が大阪湾におけるカタクチイワシの生産構造に与える影響を検討した。海域環境の中で顕著な変化を示したのは水温とDINで、先行研究のある播磨灘同様、大阪湾で優

占する珪藻類の組成にも変化の兆候が確認され、表層の生産速度も減少したことから、大阪湾においても栄養塩の低下はまず基礎生産者に影響を与えていると推測された。一次消費者については繊毛虫類とカイアシ類で基礎生産に対する反応に違いがみられた。繊毛虫類の主な餌料生物は植物プランクトンよりもナノサイズ以下のプランクトンであり、有機汚濁の影響を受けると考えられるバクテリア、その捕食者である従属栄養鞭毛虫であることから、海域の貧栄養の影響が繊毛虫類には現れたものと推定される。一方で、Chl.aは低下傾向であるが2000年代以降についても平均 $10\ \mu\text{g L}^{-1}$ 前後は維持されており、現在の大阪湾の栄養状態はカイアシ類の生産速度に大きく影響していないと考えられた。近年外海の資源量は減少傾向にあるが、大阪湾のカタクチイワシ資源量は減少しておらずむしろ増加傾向にある。また一次消費者からカタクチイワシの転送効率は近年上昇傾向にある。これらのことから、カタクチイワシ資源においては、大阪湾の栄養レベルは現状維持が妥当と考えられた。カタクチイワシでは沖合群の資源が大きく変動するのに対し、沿岸群は変動が少ないとされる。内湾の水温上昇は外海より遅れるため、湾内発生群の加入は外海発生と比較して遅い。すなわち、外海系群の流入が多い時には餌料を巡る競争では不利に働くが、外海資源が減少すると湾内発生群に利用可能な餌料が増大する。内海におけるカタクチイワシ資源が比較的安定しているのにはこのような補償作用が働いていることが一因としてあると考えられた。最後に温暖化との関係について検討した。高水温時には酸素消費量が増え、貧酸素耐性が低くなることから、現在の餌料レベルにおいても、温暖化がカタクチイワシ資源に影響を及ぼす可能性がある。さらに、数値シミュレーションの結果では貧酸素水塊の面積が拡大することが示されている。中層を遊泳するカタクチイワシへの貧酸素水塊の影響については未だ不確実な部分が多いが、栄養レベルの変動と相まって貧酸素水塊の規模が変動することで影響を受ける可能性は否定できない。貧栄養化対策としての栄養塩の増加施策については慎重に議論すべきである。