

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	山本 圭吾
論文題目	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		
(論文内容の要旨)			
<p>カタクチイワシ (<i>Engraulis japonicus</i>) は、大阪湾において仔魚から成魚まで高度に利用される重要な漁業対象種である。本種の資源生態に関する研究は古くから行われてきたが、内湾域では環境変動が大きいことから資源加入と環境との関係の把握が難しく、漁況予測や資源管理方策について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栄養塩の低下と漁獲量の減少との関係が議論されており、カタクチイワシの成長や生残にも影響が及んで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を明らかにし、栄養塩供給の減少が湾内におけるカタクチイワシの生産構造に与える影響を調べた。</p> <p>第1章では研究の背景と目的を述べ、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の生態を明らかにした。大阪湾における卵・仔魚の出現は4～12月であり、近年の水温上昇に伴い冬期の出現期間が長期化する傾向がみられた。卵・仔魚は生産力の高い東部海域に多く分布し、成魚の分布ともおおむね一致した。6年間の調査により得られた卵サイズの月変化をみると、卵は産卵初期の5月に大きく6月に小型化するという共通の現象が認められた。飼育条件下では、水温上昇にともない卵サイズは小型化することが知られているが、7月以降の変化は年により異なり、必ずしも水温が最も高い9月に最小とはならなかった。天然環境下において卵サイズが飼育実験結果と一致しなかった原因のひとつとして、初夏に親魚群が1歳魚から当歳魚に入れ替わることを明らかにした。耳石日周輪解析によりシラス期の成長を検討した結果、成長速度と水温との間に約23℃をピークとするドーム型の関係が、また、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相関がみられた。水温和カタクチイワシシラス期の成長速度との関係におけるこれまでの知見では、27℃以上に成長に最適な水温が存在することが報告されている。大阪湾の水温は例年約10～32℃の間で季節変化することから、23℃を頂点とするドーム型の関係は高水温期に餌不足や溶存酸素濃度の低下による成長不良がおきている可能性を示唆した。</p> <p>第3章では大阪湾におけるカタクチイワシの長期的な資源量の変動を調べた。カタクチイワシシラスの漁獲は、2000年代前半と2010年代に比較的高位で推移した。カタクチイワシ未成魚・成魚の漁獲は1998年まで低調であったがその後大きく増加し、2000年代半ば以降横ばいとなった。コホート解析により推定した大阪湾全体の資源量をみると、カタクチイワシ未成魚・成魚の資源量はカタクチイワシシラスと概ね同調して変化した。大阪湾のカタクチイワシ資源の適正な管理のためには、シラス漁業においてカタクチイワシ未成魚・成魚資源として残す量を管理することが重要と考えられた。</p> <p>第4章では大阪湾における環境の長期的変化と食物網構造におけるエネルギー転送効率の変化について解析した。非生物的環境要因の中では、水温の上昇と溶存無機態</p>			

窒素の減少傾向が顕著であった。生物的環境要因では、クロロフィルaが長期的に減少傾向にあり、クロロフィルa濃度から推定された基礎生産速度は特に表層において減少した。動物プランクトンの中で個体密度で優占する繊毛虫類とカイアシ類、およびカタクチイワシの生産速度を推定した。繊毛虫類の生産速度は1990年代前半まで高かったが、1990年代後半から急速に低下し2000年代中期以降低い水準で推移した。一方、カイアシ類は変動の幅が小さく、長期的な減少傾向はみられなかった。また、カタクチイワシには漸増する傾向が認められた。さらに、基礎生産から繊毛虫類への転送効率は1990年代以降大きく低下したが、基礎生産からカイアシ類への転送効率は2000年代以降徐々に増加した。両動物プランクトン群ともにクロロフィル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く、カイアシ類はクロロフィルa濃度10-15 $\mu\text{g L}^{-1}$ で極大となるドーム型を示し、繊毛虫類では20 $\mu\text{g L}^{-1}$ 以上に極大を持つことが推定された。カイアシ類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。

第5章では、総合考察として大阪湾の環境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。大阪湾における近年の大きな特徴は栄養塩の低下であり、それに伴い主要な基礎生産者である珪藻の現存量と生産力が減少した。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。繊毛虫類はバクテリアや従属栄養鞭毛虫などを主食とすることから、海域の栄養塩低下の影響が直接的に現れ、急速に現存量と生産速度が低下したものと推察される。一方、クロロフィルaは低下傾向ではあるが2000年代以降も10 $\mu\text{g L}^{-1}$ 前後で維持されており、現在の大阪湾の栄養塩の状態はカイアシ類の生産に好適な範囲にあると考えられた。近年、大阪湾のカタクチイワシ資源量は増加傾向にあり、カイアシ類からカタクチイワシへの転送効率も上昇している。これらのことから、カタクチイワシ資源の生産においては、大阪湾の栄養塩レベルは現状維持が妥当と考えられた。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

カタクチイワシは大阪湾における全漁獲量の約7割、漁獲金額の約3割を占める大阪湾漁業の基幹魚種である。大阪湾を含む瀬戸内海では1980年代後半以降漁獲量の減少が続いており、この原因として栄養塩類排出規制の行きすぎをあげて、排出規制を緩和し海域の栄養塩濃度を上げるべきとする意見がある。本研究では、大阪湾における主要漁獲対象魚種であるカタクチイワシの出現、分布、成長、食性などの生態を明らかにしその管理方策を検討した。さらに本種の生態特性を基礎に、大阪湾内の栄養塩類の長期的な濃度変化が、植物プランクトンから動物プランクトンを経てカタクチイワシへ至る生物生産構造、生物生産力、エネルギー転換効率にどのような影響を与えたのかを解明し、栄養塩の適正な管理について検討した研究である。本論文の評価すべき点は以下の通りである。

1. カタクチイワシ親魚は基礎生産力の高い湾内東部海域を産卵場とし、卵やふ化した仔魚は成魚と同じ水域に分布するが、分布水深を変えることにより成魚による捕食を逃れていることが示唆された。
2. カタクチイワシシラス（仔魚）の成長速度は、水温との間に約23℃をピークに持つドーム型の関係、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みられ、23℃を超える夏季には餌生物不足か貧酸素水塊の増大により、成長が抑制されていることが考えられた。
3. カタクチイワシの長期的な資源量の変化をシラスと成魚・未成魚に分けて解析したところ、両者は約1ヶ月遅れて同調することから、シラス漁業においてカタクチイワシ未成魚・成魚資源として残す量を管理することにより、大阪湾のカタクチイワシ資源を適正に管理できる可能性が示された。
4. 大阪湾における栄養塩濃度の長期的な減少により基礎生産量には低下傾向が認められ、繊毛虫類は急激に減少した。しかし、魚類の餌として重要なカイアシ類の現存量に明瞭な変化は認められず、カタクチイワシへのエネルギー転送効率と生産速度はむしろ増加した。現状の植物プランクトン量はカイアシ類の生産速度が最大となる範囲にあることから、大阪湾の栄養塩レベルは現状維持が妥当と考えられた。

以上のように、本論文は大阪湾におけるカタクチイワシの産卵から資源加入に至る生態を詳細に解明し、本種の漁業管理方策の基本的な考え方を提示したものである。また、近年注目を集めている瀬戸内海の栄養塩管理について、フィールドデータを基礎に実証的に管理目標を提案しており、水産学、水産資源学、海洋環境学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成30年9月13日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降（学位授与日から3ヶ月以内）