

# 大阪湾におけるクルマエビ科小型エビ類の資源動態と環境要因の関係性の解明 ～主要構成種交替のメカニズム解明を通じて～

代表研究者：山中智之（地独）大阪府立環境農林水産総合研究所 研究員

共同研究者：大美博昭（地独）大阪府立環境農林水産総合研究所 主任研究員

木村祐貴（地独）大阪府立環境農林水産総合研究所 研究員

## 1. 研究目的

大阪湾における基幹漁業である小型底曳網漁業、特に石桁網を用いた漁業において主にアカエビ *Metapenaeopsis barbata*、トラエビ *Metapenaeopsis acclivis* およびサルエビ *Trachypenaeus curvirostris* により構成されるクルマエビ科小型エビ類（以下、小えび類と称する）は主要な漁獲対象種である。著者らが所属する研究所の前身である大阪府水産試験場時代から継続的に行われてきた大阪湾奥部における調査では 2000 年代後半に小えび類の内サルエビが大きく減少した一方でアカエビが増加し、主要構成種の交替現象が生じたことが明らかにされた。

本研究ではサルエビからアカエビへの主要種交替現象の実態とそれを導いたメカニズムについて、文献調査、試験操業および室内実験をもとに検証し、大阪湾における環境変動が底生生物の資源動態にどのように影響を与えうるのか、その一端を解明することを目的として実施した。

## 2. 研究方法

### 2. 1. 大阪湾における小えび類の分布に関する研究データの収集・解析

大阪湾内のクルマエビ科小えび類の過去の種組成や資源動向、分布状況について概観するため、漁獲情報の整理と文献調査を実施した。「大阪府統計年鑑」および「大阪府内標本漁協の水揚げ伝票調査」をもとに、大阪府内で漁獲される小えび類の水揚げ量の推移や石桁網による 1 日 1 隻当たりの漁獲量（CPUE）の変動を明らかにし、併せて過去に行われた底曳網の試験操業や漁獲物調査などの文献情報から小えび類の情報を抽出した。

### 2. 2. 石桁網試験操業による小えび類の分布と生息環境特性の解明

2017 年 6 月に堺市沿岸の大阪湾奥部に 10 定点、2017 年 5・8・11 月に大阪湾全域に 20 定点および 2017 年 7・9・10 月に大阪湾東部海域に 12 定点を設定し、石桁網（桁幅 1.8m）による試験操業を実施した。単位面積当たりの小えび類の個体数と重量を算出し、同時に得た水質と底質に関する情報を元にアカエビの生息環境特性を検証した。なお、大阪湾奥部における調査は 2000 年以降継続して実施しており、主要構成種の変遷についても議論した。

### 2. 3. 室内実験によるアカエビの高水温と貧酸素水に対する耐性の解明

近年の水温の上昇傾向と貧酸素水塊に対するアカエビの耐性を室内実験により検討した。大阪湾奥部の夏季の水質条件を想定して水温 23℃、25℃、27℃、29℃の実験区を設定し、それぞれの実験水温区において酸素飽和度を 10%、20%、30%、40% に調整した海水にアカエビを暴露させ、24 時間後の死亡率を求めた。

### 3. 結果と考察

#### 3.1. 大阪湾における小えび類の分布に関する研究データの収集・解析

標本漁協の「えび類」漁獲物中の「小えび類」の割合と「大阪府統計年鑑」もとに1984年以降の大阪府内の「小えび類」の漁獲量を推定した。1994年の360トン以降は漸減傾向を示しており、2012年以降100トンを下回るレベルで推移している(図1)。一方で標本漁協における小えび類のCPUEの増減傾向は小えび類の漁獲量の増減傾向と一致しているが、CPUEには漁獲量ほどの減少傾向は見られないことから、1984年以降漸減傾向が続く石桁網の努力量の減少も漁獲量の減少に影響したものと考えられた。

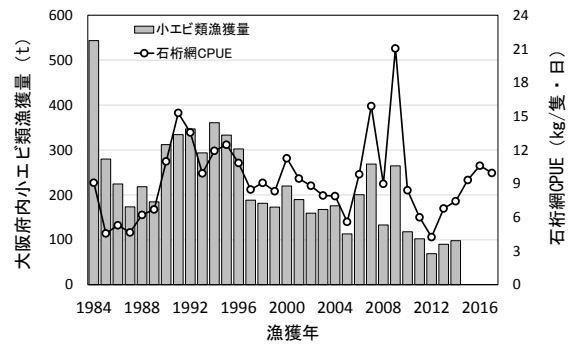


図1. 大阪府内の小えび類の推計漁獲量と標本漁協の石桁網におけるCPUEの推移

大阪湾の小えび類の情報を漁獲物調査、底曳網試験操業データおよび海上大型建設工事に係るアセスメント調査結果から入手し、各年毎に小えび類構成種の中の「体重比もしくは個体数比60%以上を占める種」、もしくは「主体」「大部分を占める」といった単語で表される種を「主要構成種」として抽出し、その推移を概観した(表1)。

表1. 文献調査に基づく大阪湾内における小えび類の主要構成種の推移

情報元	主分布域;調査地点	年													
		1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	
巻田(1958)	北部~中央部	■													
林(1974)	中央部				■										
吉田(1978)	全域					■									
林(1980)	全域						■								
山西(1988)	最も湾奥部のぞく全域 淡路島沿岸~南部							■							
日下部ほか(1990,1991)	泉佐野漁協 岬町沿岸								■						
日下部ほか(1993)	全域									■					
日下部ほか(1994)	岸和田市・阪南市地先										■				
森脇・玉木(1996)	明石海峡近傍											■			
有山ほか(1997abc)	大阪湾奥部												■		
有山・波戸岡(2003)	岬町沿岸													■	
泉州海域漁業生物等調査	関西国際空港周辺海域														■
関西国際空港関係環境監視	関西国際空港周辺海域														■
大阪湾奥部石桁網試験操業	大阪湾奥部														■

□トラエビ主要構成種 □アカエビ主要構成種 ■アカエビ/サルエビ主要構成種 ■サルエビ主構成種

サルエビは1970年頃までにトラエビに変わって小えび類の内の主要構成種となり、1990年代にかけて主要構成種であり続けた。その後、2000年代以降にアカエビが増加の兆候を示し始め、2010年代に入ってからサルエビに変わって優占種となる主要構成種交替現象が認められた。また、現在大阪湾の広い海域に分布するアカエビであるが、1980年代の調査では淡路島沿岸から大阪湾南部にかけて偏った分布することが報告されており、分布範囲が変化していることも確認された。

1970年代までのトラエビからサルエビへの主要種交替現象は、有機物負荷量が増加し漁場

環境が変化したことにより起因すると複数の研究により指摘されている。1980年代以降大阪湾では有機物負荷量が概ね漸減傾向を示しているが、サルエビからアカエビへの主要種交替を結びつける積極的な根拠はみられない。2000年代以降に生じた海域環境の変化について検証し、生じた環境変化へのアカエビとサルエビの応答の差を検証することで、資源動態と環境要因の関係性の解明につながると考えられた。

### 3.2. 石桁網試験操業による小えび類の分布と生息環境特性の解明

#### ・サルエビからアカエビへの主要構成種の交替現象の実態

2000年以降継続実施している6月の大阪湾奥部の石桁網試験操業の結果から、小えび類のデータを抽出し、各年の小えび類分布密度の最も高い調査地点の小えび類各種の個体数割合の推移を図2に示す。

2000年から2003年にかけてはサルエビが小エビ類の内85-100%を占めサルエビが主要構成種であったが、2004年にアカエビの構成割合が上昇した後は、2006年にはサルエビが再び99%を占めるものの、2007年から2014年にかけてはアカエビが17-71%の範囲内で変動している。さらに2015年から2017年にかけてはアカエビの割合がさらに増加して80%以上を占め、主要構成種がサルエビからアカエビに交替した。

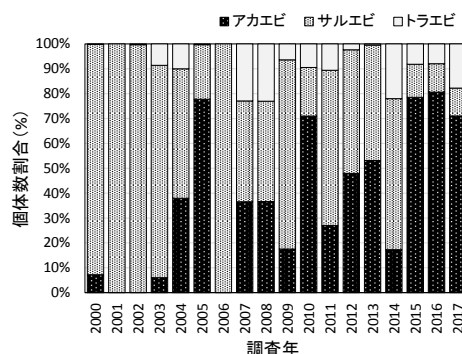


図2. 小えび類全体に占める小えび類3種の混入個体数割合の推移

#### ・アカエビの生息環境特性

大阪湾全域の20定点の5・8月のアカエビの分布量を比較すると、8月に湾奥部での分布が極端に減少して分布が偏る状況が確認された(図3)。この海域では底層の酸素飽和度が10%を下回るような強い貧酸素状態が観測されており、分布に影響を与えていたと考えられた。そこで貧酸素が分布に与える影響を検証するためアカエビの100m<sup>2</sup>当たりの重量を目的変数、底層の酸素飽和度を説明関数とする単回帰モデルを構築し、分布量の多寡の境界値となる酸素飽和度を求めた。

その結果、5月は酸素飽和度90%、8月は酸素飽和度58%を境界として、分布量の多寡が異なることが示された(図4)。特に8月にはこの境界値で分布状態に顕著な差が生じているが、アカエビが比較的多く分布していた調査地点はその酸素飽和度の境界付近の調査地点であった。

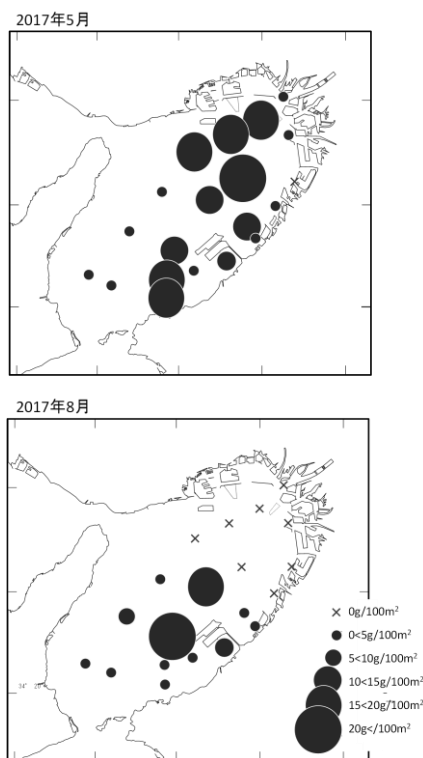


図3. 5・8月の単位面積当たりのアカエビ漁獲重量

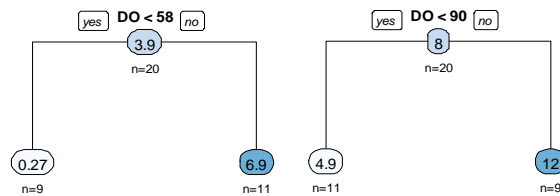


図 4. 5 月（左図）と 8 月（右図）の大阪湾全域調査の溶存酸素濃度に基づき構築された単回帰木

### 3. 3. 室内実験によるアカエビの高水温と貧酸素水に対する耐性の解明

図 5 のように呼吸槽内の酸素飽和度と水温を一定に維持可能な実験装置を構築した。

水温区ごとの 24 時間半数致死酸素飽和度は、23℃で 20–30%、25℃で 10–20%、27℃で 30%、29℃では不明であった（図 6）。

アカエビの死亡率は酸素飽和度が低下するに従い高くなる一般的な傾向がみられたが、水温試験区間で明らかな傾向は見られなかった

本実験で示されたさアカエビの貧酸素耐性は、過去に報告されているサルエビと同程度で、耐性の差がサルエビからアカエビへの主要種交替を導いた直接の要因であると認めがたい。

一方で、アカエビは 29℃、溶存酸素飽和度 20%の環境下で 24 時間死亡率が 50%を下回り、大阪湾で生じうる高水温に対しては耐性を備えている可能性が示された。

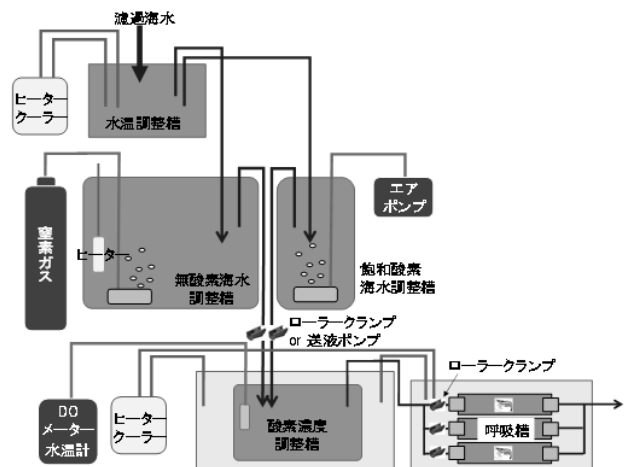


図 5. 貧酸素高水温耐性実験装置模式図

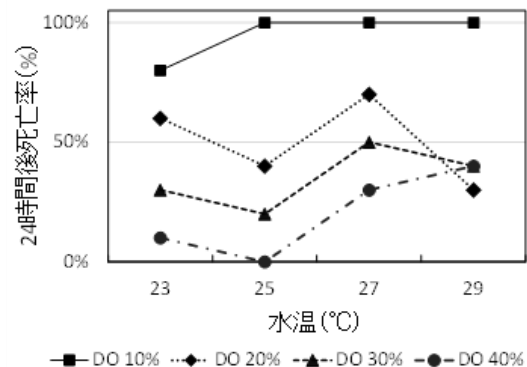


図 6. 24 時間後のアカエビの死亡率

## 4. 結論

サルエビからアカエビへの主要種交替現象は 2000 年代に入って生じたことが、文献調査や大阪湾奥部の石桁網試験操業の継続的なデータにより示された。この間の環境変化とそれに対する適応能力の種間差異を検出することが主要種交替現象を評価することにつながる。底層の酸素飽和度はアカエビの分布に強く影響することが確認された。一方で、室内実験ではアカエビの 24 時間半数致死酸素飽和度は 23℃で 20–30%、25℃で 10–20%、27℃で 30%となり貧酸素条件下での耐性が示唆された。以上から、実環境下では生存限界の酸素飽和度に低下するまでに移動等により回避する可能性も考えられる。このため、貧酸素状態を感知した時の行動や移動能力等も検討する必要がある。また、アカエビとサルエビの貧酸素耐性に大きな差異がないことから、貧酸素水塊が主要種交替の要因である可能性は低いと推察された。