

# 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～(その2)

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 木村祐貴 (地独) 大阪府立環境農林水産総合研究所 研究員  
安岡法子 (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の一つである底曳網漁業の一種である石桁網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。これまでの調査で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文献調査や継続的に実施されている石桁網による試験操業の結果から明らかにされた。また、過去と比較するとアカエビが湾奥部に出現するようになったことも特徴的であることが示された。

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、試験操業および飼育実験をもとに検証し、大阪湾の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. 大阪湾内で生じた海域環境変化の探索

大阪湾に1990年代から2000年代および現在までに大阪湾内、特に湾奥部で生じた海洋環境の変化について文献情報をもとにレビューし、小えび類資源に影響を及ぼす可能性について検討した。

### 2. 2. 石桁網の試験操業による小えび類の現在の分布と生態的特性の把握

昨年度と同様に2018年3・6月に堺市沿岸の大阪湾奥部に10定点(湾奥調査)、2018年5・8・11月に大阪湾全域に20定点(全域調査)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、同時に水質と底質に関する情報を元に小えび類の生息環境特性を検証した。特に、2017年と2018年の特に主要構成種のアカエビの分布の差を明らかにし、その差を導いた環境要因について検討した。

### 2. 3. 小えび類の貧酸素水塊への応答を検証する室内実験

昨年度の石桁網による試験操業では夏季には酸素飽和度58%を境に分布が大きく異なり、回避移動している可能性が示され、その根拠を室内実験により検証した。島ほか(2014)で検討された平行流型低酸素反応行動実験水槽を基本コンセプトとして簡易な室内実験装置を作成し、アカエビの貧酸素水の感知とそれに伴う移動を検証する室内実験を実施した。

## 3. 結果と考察

### 3. 1. 大阪湾内で生じた海域環境変化の探索

大阪湾では2000年代に、特に湾奥部においてサルエビからアカエビへの主要構成種交替現象が生じている。アカエビが増加の兆候を示し始めた2000年代は六甲アイランドや大阪新島

工事など大規模な埋め立てが集中的に開始された時期に相当し、中谷・西田（2017）により湾奥部－沖合間の水交換能が低下し、湾内の一次生産量や分布に影響を与えたことが示された。辻野他（2016）は淀川に近い海域での多毛類が2000年代に減少していることを示している。一方で、横山・佐野（2015）は2013年の時点では湾奥部の底質の粒度組成やAVSに大きな変化は生じていないと述べている。また、秋山・中嶋（2018）は、1993年以降大阪湾内は高水温な状態にあることを示しており、他の環境要因に複合的に作用している可能性も予期される。荒木ほか（2017）は伊勢三河湾でも大阪湾と同様に2011年以降小えび類の内アカエビの割合が増加していることを示しており、両海域の水質底質環境特性の変動を相互に比較することにより、小えび類の資源変動を解釈する新たな切り口が見出せる可能性がある。

### 3. 2. 石桁網の試験操業による小えび類の現在の分布と生態的特性の把握

#### ・2000年以降の小えび類の種組成の変遷；湾奥調査

2000年から毎年3・6月に実施している堺市沿岸における石桁網試験操業により求めた小えび類個体数の推移を図1に示す。2018年も3・6月ともに、アカエビが小えび類個体数の内60%以上を占める主要構成種である状況が継続した。3月・6月ともに分布密度の高い上位3地点は水深15m以深の沖合の調査点であった。

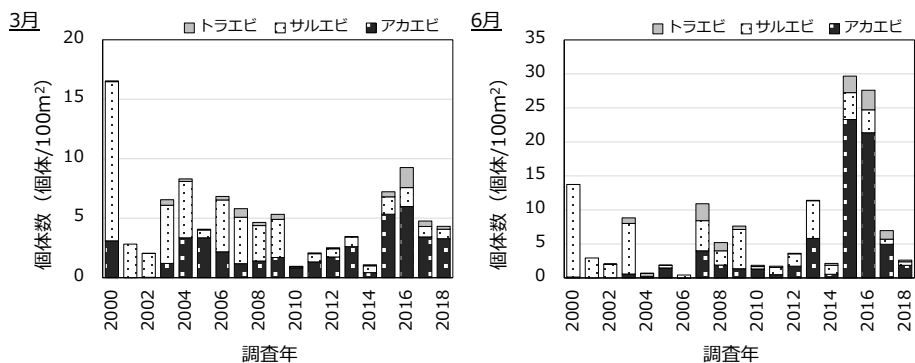


図1. 大阪湾奥部における3・6月の小えび類の個体数

#### ・2018年の小えび類の分布と差の検証；全域調査

2018年も2017年同様に全域において小えび類の内アカエビが主要構成種であり、サルエビは11月の新規加入時期を含め、概ね全地点に分布するが分布密度としては低い状況が継続した。

アカエビについては、2017年5月と2018年5月で相対的に多く分布する調査地点はおおむね一致する傾向を示すものの、2018年5月の分布量は2017年5月と比べ密に分布する範囲が狭まった（図2）。また、8月は両年とも貧酸素水塊が発生した湾奥部の調査地点で分布が皆無であり、その貧酸素水塊の縁辺の調査地点で多い傾向が確認できた。また、2018年の11月は2017年11月と比べて分布密度は低く、まとまって新規加入した調査地点が確認されず、今後資源動向に注視していく必要がある。

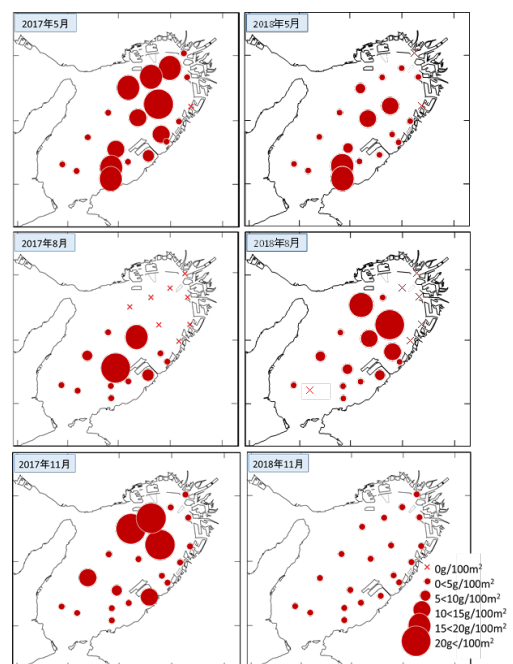


図2. アカエビの分布模式図  
(左列2017年；右列2018年)

大阪湾全域調査で得られた5月のアカエビの100m<sup>2</sup>当たりの分布重量を目的変数、水深、底層水温、底層の溶存酸素飽和度、底層塩分、泥温、底泥の乾物割合、酸揮発性有機物(AVS)、強熱減量を説明関数とする回帰木を構築し、分布量の多寡を規定する要因について検証した(図3; 図4)。2017年にはアカエビは水深15-32 mの範囲で分布量が多く、それより浅い・深い海域では分布量が大きく減少した。一方で、2018年には2017年と比較し、やや酸素飽和度が低い地点があり、酸素飽和度87%を境に分布量の多寡に差が生じることが示され、加えて水深16 mより浅い地点ではさらに分布量が少ないことが示された。同様に、8月のアカエビの分布量について、夏季に特に影響が顕著になる溶存酸素飽和度と水深を説明変数として回帰木を構築した。2017年は酸素飽和度が58%以上かつ水深31 mより浅い地点で分布量が多いことが示された。一方で、2018年は水深が18-21 mの地点で分布量が多く、それより深いところもしくは、酸素飽和度が68%を下回る地点では少ないことが示された。

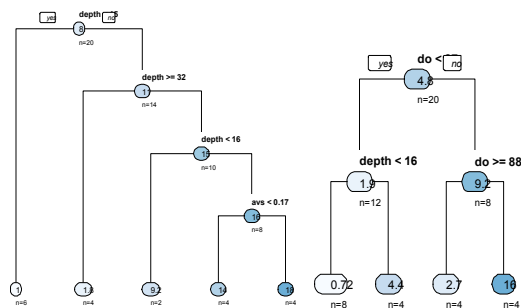


図3. 5月の水質・底質条件により構築された回帰木(左:2017;右:2018)

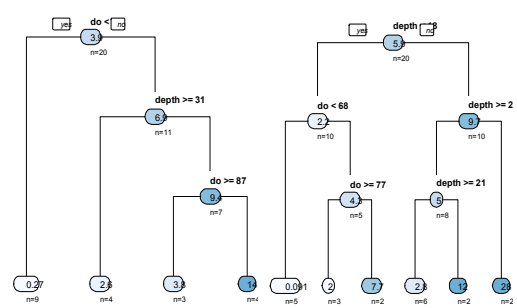


図4. 8月の酸素飽和度・水深により構築された回帰木(左:2017;右:2018)

### 3. 3. 小えび類の貧酸素水塊への応答を検証する室内実験

島ほか(2014)の平行流型低酸素反応行動実験水槽を基本コンセプトとする簡易な実験装置を製作した(図5)。実験槽内を流す海水の酸素飽和度に勾配を与えて定期的に変化させ、アカエビの移動と酸素飽和度の対応を検証した。実験は5 Trial 行い、各実験 Trial には5 個体を使用し、3 分の調整時間を挟んで10 分ごとに実験水槽内の貧酸素区画を移動させた。個体ごとの一分毎の滞在区画と各区画の酸素飽和度(DO)を記録し(図6)、昨年度の課題で推定された忌避行動を促す境界値 DO58%の根拠について検証した。

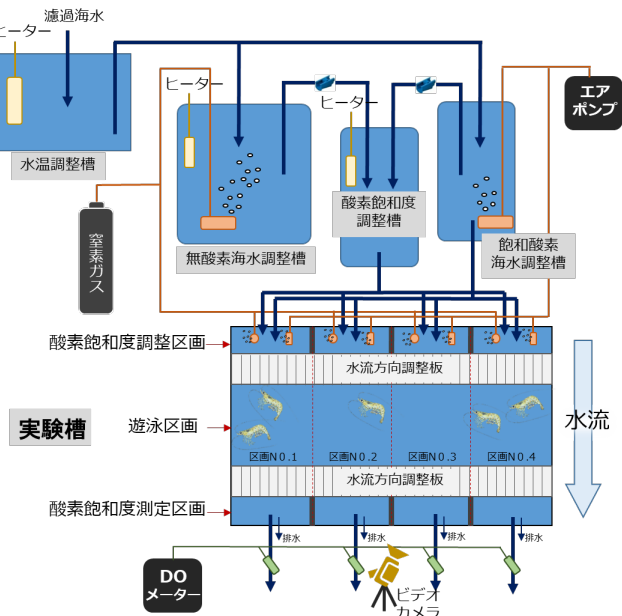


図5. 平行流型低酸素反応行動実験水槽模式図

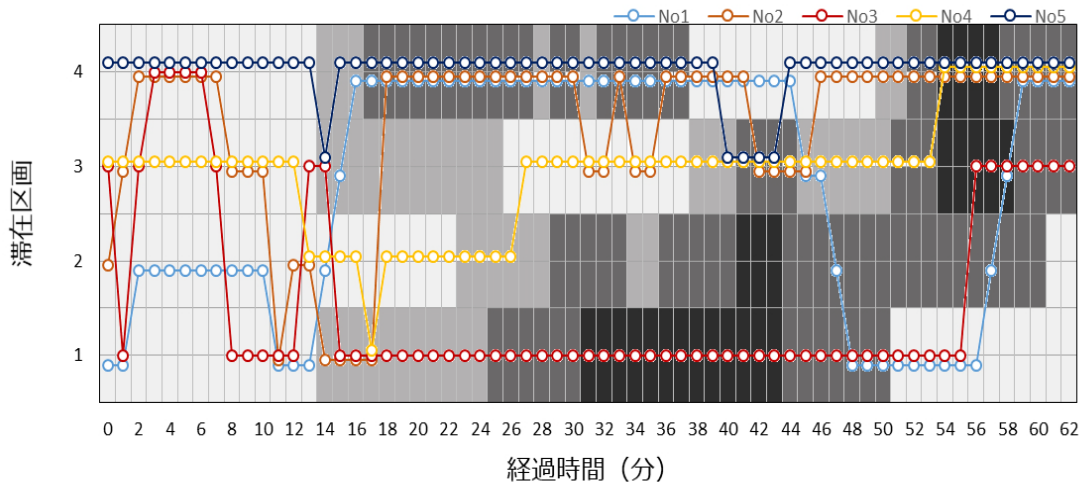


図 6. 区画ごとの酸素飽和度と個体別の滞在区画の推移の 1 例  
 (背景の色が酸素飽和度区分、■DO70%以上、■DO70>55%、■DO55>40%、■DO40%以下を表す)

高酸素飽和度状態から想定される忌諱行動の境界値に相当する DO55%以下の区分に低下した際にも典型化されるような反応行動は確認されず、また DO40%以下の強い貧酸素水でも滞在し続けて移動しない個体が存在するなど、アカエビの貧酸素水への応答は基本的には鈍かった(図 6)。また、DO55>40%の区分の時に移動を開始した回数が 32 回観察された。この移動が観察されたときには必ず酸素飽和度が高い区画が存在していたが、より高酸素飽和度の DO70%以上・DO70>55%区画に移動した回数と、同程度かそれより低い DO55>40%・DO40%以下の区画に移動した回数は同数で(図 7)、移動先は酸素飽和度の高低によらなかった。したがって忌諱行動を促す酸素飽和度の境界値 58%を裏付ける根拠は得られなかった。

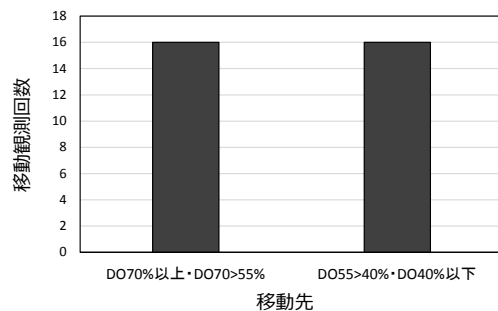


図 7. DO55>40%の酸素飽和度条件下から移動した際の移動先の酸素飽和度

#### 4. 結論

2000 年代以降にサルエビからアカエビへ主要構成種の交替が生じ、現在に至っている。

現在の大阪湾ではアカエビは水深約 15–32 m が適生息域で、水深が高密度な分布の範囲を規定している要因であると考えられるが、水深の変化によりサルエビからアカエビへの主要構成種交替が生じたとは考えにくい。また、アカエビは実環境下では酸素飽和度でも分布が規定される可能性が高いが、実験下では瞬間的な貧酸素に対する応答性は鈍いことが確認された。貧酸素水塊の挙動に応じた 1 週間程度の長期スパンでの移動可能距離と貧酸素ストレスの影響の検証が必要である。