

小型機船底びき網漁業における曳網速度と時間の削減によるシャコの生残率向上

渡辺 新・草加 耕司

Improvement of Mantis Shrimp *Oratosquilla oratoria* survival-rate in small beam trawl net fishing by reducing towing speed and time

Arata WATANABE and Koji KUSAKA

シャコ *Oratosquilla oratoria* は岡山県における小型機船底びき網漁業の重要な漁獲対象種の一つであるが、農林水産省の漁業・養殖業生産統計年報によると、1968年の1,032tをピークに統計が存在する2006年の125tまで低迷しており¹⁾、近年も漁獲が低迷しているとの声が漁業現場から聞かれる。全国の主要産地においても同様の状況にあり、減少の要因として海底付近における貧酸素水塊の発生²⁾、冬季の水温上昇³⁾、シャコの鰓に寄生する真菌類の感染⁴⁾、高い漁獲圧⁵⁾などの影響が指摘されているが、詳細は明らかでない。

このような背景から、本県の一部海域では、不合理漁獲の防止により資源回復を図る目的で全長100mm以下の小型個体の再放流が行われているが、漁業現場からは効率的な再放流手法の確立が求められている。再放流手法については、他海域において漁獲後のシャコの生残率を高めるためのシャワー装置⁶⁻¹⁰⁾や流水式選別水槽^{10,11)}の使用が検討されている。一方、本県では、活魚出荷をする魚種の多い時期には、魚体へのダメージを軽減する目的で曳網時間の短縮操作が実施されている。曳網速度や時間などの条件別の生残率については、マダイ¹²⁾では検討されているものの、シャコでの事例は報告されていない。

また、シャコの生死判定については、伊勢・三河湾および周防灘における生残試験において、鰓や脚の動きの有無を基準としているが^{9,10)}、県内の漁業現場ではそれらに加え、体の屈伸運動も考慮したほうが正確に判定できると言われており、再検討の必要がある。

そこで、本研究ではシャコの再放流手法の確立を目的として、底びき網漁業における曳網条件別の生残試験および生死判定基準の再検討試験を行ったので報告する。

材料と方法

曳網条件別生残試験 岡山県浅口市寄島町地先の海域(図1)において、小型機船底びき網漁船による試験操作を行い、漁獲されたシャコを試験に用いた。試験操作は2019年10月から2020年3月まで毎月中・下旬に1回の計6回行った。試験操作の漁具には、10月は手繰第2種えびこぎ網(以下、チェーンこぎ網)、11~3月は手繰第3種えびけた網(以下、けたこぎ網)を用い、網目はいずれも7節であった。操業海域に到着直後、多項目水質計CTD Rinko-profiler(JFEアドバンテック社製)を用いて、海底上1mの水温および塩分を測定した。試験区は4区設け、それぞれ異なる曳網速度と時間を組み合わせた。すなわち、通常操業である対照区(4ノット、30分間)、曳網速度を遅くした低速区(2ノット、30分間)、曳網時間を短縮した時短区(4ノット、15分間)および曳網速度と時間を短縮した低速時短区(2ノット、15分間)とし、試験区ごとに3曳網ずつ実施した。それぞれの試験区において水揚げされた全漁獲物から直ちにシャコのみをポリエチレン製の籠(縦29.5×横45.5×高さ13cm)に選別し、船内の活魚水槽へ収容したのち、2時間後に

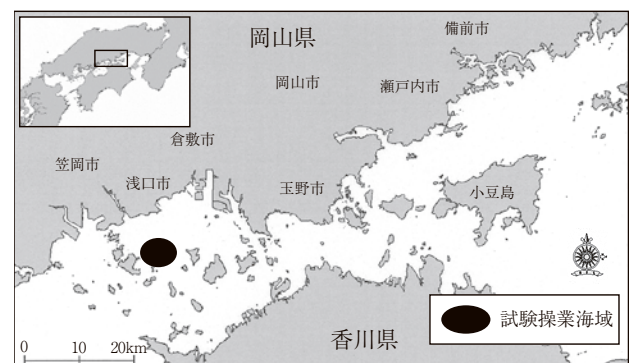


図1 試験操業海域

取り上げ、目視により生死判定を行った。生死の判定基準は、従来法では鰓と脚が動く個体を生存としてきたが^{8,9)}、本試験ではこれらに体の屈伸運動の観察も加え、鰓、脚が動きかつ屈伸運動を行う個体を生存とした。生死判定後、生存と死亡個体を分け、クーラーボックス内で冷蔵して実験室に持ち帰って全数の全長を測定し、全長100mm以下の再放流サイズ個体（以下、再放流サイズ）について生残率を算出した。また、曳網条件の変更に伴う、シャコ以外の漁獲量への影響を把握するため、海底ごみ、ヒトデ類などの投棄物とシャコを除いた漁獲物を試験区ごとに持ち帰って重量を測定した。

生死判定基準検討試験 生死判定基準検討試験は、2つの判定方法を比較する目的で3回行った。すなわち、2020年1月16日、2月19日および3月12日に対照区で漁獲されたシャコを活魚水槽へ収容した上で、2時間後に取り上げ、鰓と脚が動かない個体を死亡個体として取り除いた後、従来判定区（判定基準：鰓と脚のみが動く）および屈伸判定区（判定基準：鰓と脚が動き、かつ体の屈伸運動を行う）に分け、生きたまま海水を満たしたクーラーボックスに入れ、エアレーションを行った状態で水産研究所に持ち帰った。持ち帰ったシャコは、各区30個体を上限としてエアレーションと微流水を行ったFRP製の0.275kL水槽（縦95×横135×高さ21.5cm）に入れて無給餌で飼育した。ここでは、共食いを防止する目的で1個体ずつポリエチレン製の飼育籠（縦18×横25.5×高さ15cm）に入れて飼育した。生死判定までの経過時間は、3日後が適当であるとされている¹³⁾ことから、既報に従った。なお、死亡個体を除去するため、1日後および2日後にも観察を行った。

曳網条件別生残試験結果の補正 生死判定基準検討試験で得られた判定方法別の生残率と、試験前に取り除いた死亡個体数から補正值を算出し、曳網条件別の生残試験結果を補正した。

統計検定 試験区間の生残率の比較には一元配置分散分析（ANOVA）を行い、有意差が見られた項目についてはシェフェ（Scheffe）の多重比較検定を行った。

結 果

操業海域の環境 水温および塩分の推移を図2に示した。水温は10月から1月は概ね22℃から12℃まで降下し、2月以降は11℃以下となった。塩分は、32前後で安定していた。

全長組成 生残試験における全漁獲個体の月別全長組成を図3に示した。10月から11月にかけては、全長モー

ドが80mm台から90mm台へ大きくなったが、11月以降のモードは90mm台で変化がなかった。各月の再放流サイズの割合は、70～83%の範囲でいずれの月も70%以上であった。

漁獲個体数 生残試験における再放流サイズの漁獲個体数を図4に示した。いずれの月も対照区が最も多く、各月ごとに平均個体数を比較すると、時短区は対照区の51～98%、低速区は37～68%、低速時短区は25～60%の範囲であり、3月を除き、対照区、時短区、低速区、低速時短区の順で少なくなった。

シャコ以外の漁獲物重量 シャコ以外の漁獲物重量を図5に示した。いずれの月も対照区が最も多く、各月ごとに平均重量を比較すると、時短区は対照区の59～99%、

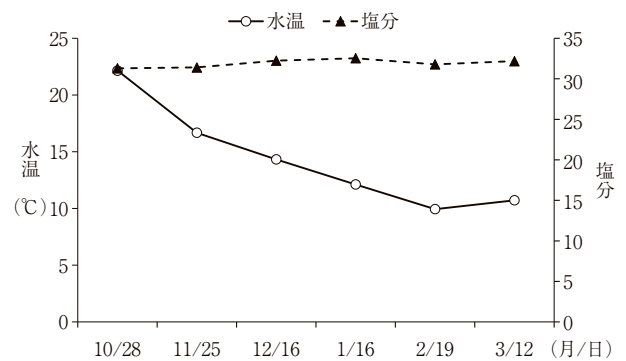


図2 試験操業海域の水温と塩分の推移

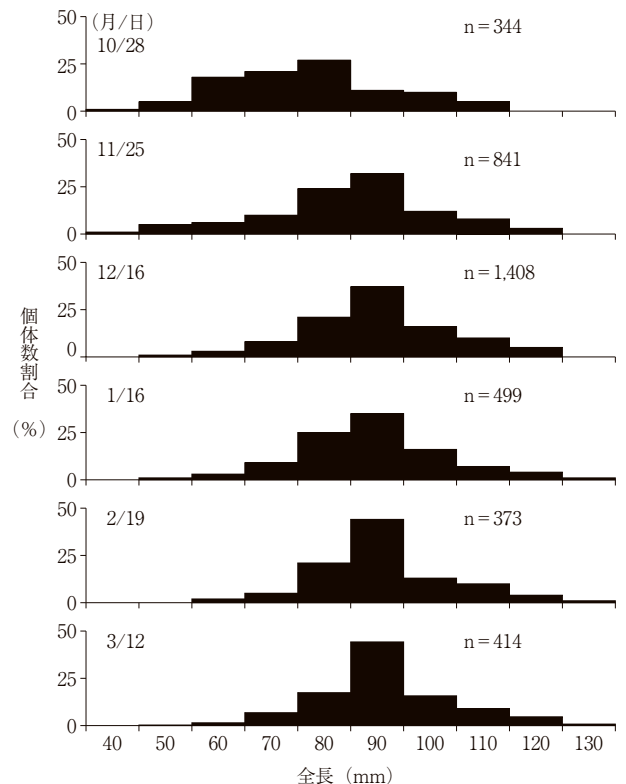


図3 シャコの月別全長組成

低速区は11~40%, 低速時短区は18~30%の範囲であり、1月を除き、対照区、時短区、低速区、低速時短区の順で少なくなった。

生死判定基準検討試験 生死判定基準検討試験結果を表1に示した。いずれの月も屈伸判定区では全個体が生存したが、従来判定区では1~3日後に死亡個体が確認され、3日後の平均生存率はそれぞれ100±0.0%, 90.0±8.9%となった。

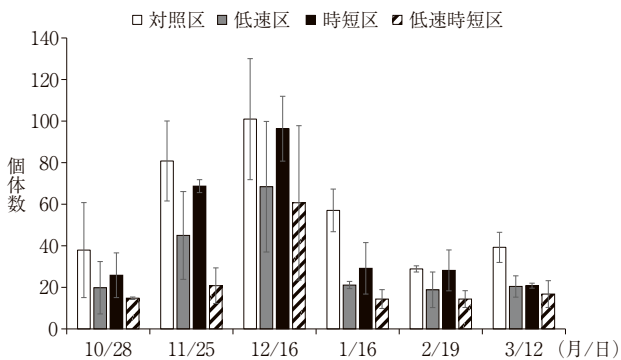


図4 再放流サイズシャコの月別曳網条件別の1曳網当たり平均個体数
垂直のバーは標準偏差を示す

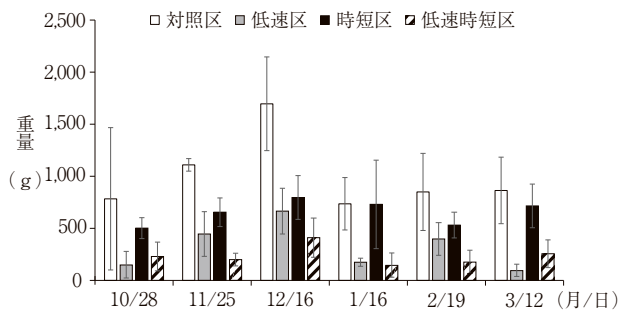


図5 シャコ以外の漁獲物の月別曳網条件別の1曳網当たり平均重量
垂直のバーは標準偏差を示す

表1 生死判定基準検討試験における月別判定方法別の生存率

月/日	生存率 (%)	
	従来判定区	屈伸判定区
1/26	80	100
2/19	97	100
3/12	93	100

各月3日後の平均±標準偏差 90.0±8.9 100.0±0.0

従来判定区は1月:n=30, 2月:n=29, 3月:n=14

屈伸判定区はいずれの月も n=30

生残試験の補正 生死判定基準検討試験の結果を基に曳網条件別生存率を補正した結果を図6に示した。再放流サイズの対照区の各月の平均生存率は、83.5~94.6%の範囲であった。月ごとに各区を比較すると、対照区に比べ生存率が高かった回数は全6回中、低速区が3回、時短区および低速時短区が4回で、時短区および低速時短区は対照区を上回った回数が半数を超えた。時短区および低速時短区と対照区との差は0.2~5.5%であったが、いずれの月も有意差は見られなかった。

考 察

漁獲されたシャコの全長組成は、モードが10月から11月にかけて、80mm から90mm 台へ大型化したものの、それ以降は停滞したが(図3)、これは水温の低下に伴う成長の休止と考えられた(図2)。また、いずれの月も全長100mm 以下の割合が70%以上あり、漁獲物の大半が再放流対象サイズとなっていることから、資源管理措置の重要性が確認された。

シャコの漁獲個体数は、対照区が最も多く、低速時短区が最も少なかったが(図4)、これは曳網速度と時間の積である曳網面積の差によるものと考えられた。また、理論上曳網面積が同一の低速区と時短区の比較では、3月を除いて低速区の漁獲個体数が少なかった。この原因として、チェーンこぎ網およびけたこぎ網では、一定の速度で曳網することで、海底上を漁具が滑走するが、速度が遅すぎると、漁具の下部が海底に埋まりながら進むと考えられ、網口が狭くなった結果、漁獲効率が低下したためと考えられた。試験操作時の状況としても、低速区および低速時短区で操業した後の漁具には、大量の泥が付着していた。シャコ以外の漁獲物重量も同様の理由でシャコの漁獲個体数と同じ傾向にあり(図5)、低速

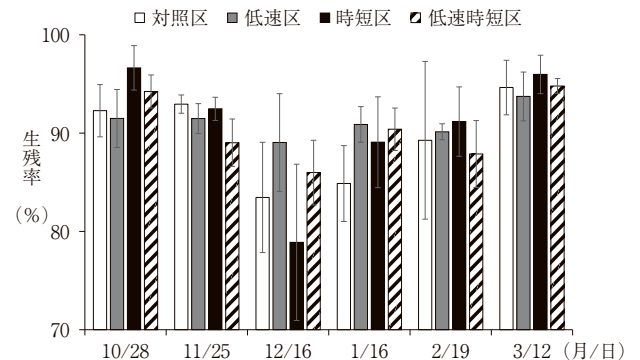


図6 再放流サイズシャコの月別曳網条件別の平均生存率
垂直のバーは標準偏差を示す
生死判定基準検討試験の結果に基づき生存率を補正

2区の重量は対照区の10~40%に留まった。このことから、底びき網漁獲効率の著しい低下につながる低速操業は、現実的でないと考えられた。

生死判定基準検討試験の結果、今回の生残試験で採用した屈伸判定法は3日後の生残率が100%であり、非常に高い精度が確認された(表1)。一方、従来判定法も生残率が90%と高い精度が確認されたことから、屈伸判定法では、生存個体を死亡と判定し、死亡個体数を過大に評価する可能性があるため、生死判定基準には、鰓と脚の運動の有無のみを用いることが適切と考えられた。また、曳網条件別生残試験における対照区の補正生残率も83.5~94.6%と高かったことから、漁獲時に鰓と脚の動く個体を速やかに再放流すれば、高率で生残する可能性が示唆された。

補正後の生残試験の結果を各区で比較すると、時短区は、対照区に比べ生残率の高かった回数が半数を超え、効果が認められた。これは、曳網時間短縮により、シャコが網の中で過ごす時間が短くなるとともに、シャコ以外の漁獲物も少なくなることから、曳網中にシャコ以外の漁獲物によって圧迫される時間や損傷度合いが軽減されたためと考えられた。また、低速時短区は対照区に比べ、生残率の高かった回数が半数を超えた。一方で低速区はその回数は半数に留まったことから、低速時短区が生残率が対照区を上回る頻度が高くなった原因は、曳網時間短縮による効果であったと考えられた。これらのことから、曳網後のシャコの生残率を高めるためには、曳網時間の短縮が有効であると考えられた。

今回の結果は、本県漁業者が実施している曳網時間の短縮操業の有効性を裏付けるものとなった。一方で、対照区と時短区が生残率の差が数%に留まり、有意差が見られなかった要因として、曳網回数が少なかったことやシャコの生残率に及ぼす曳網の影響は水温が低い冬季に小さくなる¹⁴⁾ことなどが考えられた。今後は、夏季に曳網回数を増やした再試験を実施する必要があると考えられた。

要 約

1. 小型底びき網で漁獲される100mm以下の小型シャコを保護するための再放流手法の確立を目的として、漁獲後の生残におよぼす曳網速度の低減および時間短縮操業の効果を検討した。また、再放流時に必要となる生死判定基準の再検討試験を実施した。
2. 2010年10月から翌年3月に岡山県浅口市地先において、毎月1回の試験操業を実施した結果、いずれの

月も全長100mm以下の再放流対象シャコの割合が70%以上と高く、資源管理措置の重要性が確認された。

3. 生死判定基準の再検討試験では、従来判定法(鰓と脚のみの動きの有無)と屈伸判定法(鰓と脚の動き、かつ体の屈伸運動の有無)による生存個体を飼育したところ、3日後の生残率はそれぞれ90%、100%と非常に精度が高く、特に屈伸判定では死亡個体数を過大評価する可能性があることから、従来判定法が適切と判断された。
4. 曳網条件別の試験操業による各月の小型シャコの生残率は、対照区でも83.5~96.4%と高く、鰓と脚の動く個体を速やかに再放流すれば高率で生残する可能性が示唆された。
5. 通常の4ノット30分間を対照として、2ノット30分、4ノット15分、2ノット15分の4条件で計6回の操業により比較したところ、時間短縮区で曳網後の生残率向上の頻度が高く、その有効性が確認された。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、サンプリングに際して多大なご協力をいただいた寄島町漁業協同組合の三宅茂樹氏に感謝します。

文 献

- 1) 農林水産省, 2003: 海面漁業生産統計調査, 農林水産省 HP, https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen_gyosei/index.html
- 2) 田島良博, 2011: 東京湾におけるシャコ資源の現状と課題, 黒潮の資源海洋研究, **12**, 47-52.
- 3) 日比野学・中村元彦, 2012: 伊勢湾の小型底びき網漁業対象資源の長期変動とシャコの冬季水揚げ制限, 黒潮の資源海洋研究, **13**, 49-55.
- 4) 杉山瑛之, 1982: シャコの鰓異常について, 昭和56年度岡山水試事報, 164-167.
- 5) 中力健治・草加耕司・山下泰司・村山史康, 2018: 岡山県西部海域におけるシャコの成熟生態とその変化, 岡山水研報告, **33**, 10-16.
- 6) 中川 清・瀧口克己, 2002: 小型底びき網漁業における海水シャワー装置導入の効果, 福岡水技セ研報, **12**, 37-40.
- 7) 香川 哲・合田誠志, 1994: 小型底曳網における投棄シャコの生残率向上, 栽培技研, **22**(2), 137-139.
- 8) 香川 哲, 1997: シャワー方式による小型底曳網漁業での再放流シャコの生残率の向上, 月刊海洋, **29**(6), 385-388.
- 9) 富山 実・岩崎員郎, 2005: シャコの生残率向上をめざした伊

- 勢・三河湾の小型底びき網漁船へのシャワー散布装置の導入, 愛知水試研報, **11**, 59-65.
- 10) 内田喜隆・木村 博, 2006: 船上水槽内での漁獲物選別による小型底びき網投棄魚の生残率向上効果, 山口水研七研報, **4**, 81-86.
- 11) 大谷徹也・反田 實・西川哲也・佐藤泰弘, 1997: 小型底曳網混獲幼稚魚の生残率を高めるための流水式選別水槽の使用例とその効果, 月刊海洋, **29**, 380-384.
- 12) 河合 博・山形陽一・神谷直明, 1996: 0歳マダイの生残率に關係する曳網速度と時間に関する予備的検討, 三重水技研報, **6**, 1-5.
- 13) 東海 正, 1996: 管理方策としての再放流, 月刊海洋, **28**(10), 627-633.
- 14) 上妻智行・有江康章・宮本博和, 1993: 小型底びき網で漁獲されるシャコの投棄後死亡率の推定, 福岡水技研報, **1**, 85-88.