

小型底びき網漁業における減速操業の省エネ効果について

杉野 浩二郎¹・永松 公明²・酒井 健一²・秋本 恒基¹

(¹研究部・²独立行政法人水産大学校)

小型底びき網漁業における収支改善策の1つとして、減速操業による燃油消費量、漁獲状況等の変化について各種試験、分析を行った。減速操業用の漁具を作成し、漁具が海底に適切に接地するよう重量を調整した結果、従来漁具に比べ90kg、30%軽量化することができた。曳網速度を2.7ktから2.2ktに減速した結果、曳網中の燃油消費量はおよそ38%減少した一方、漁獲量については9~17%増加した。同一の漁業者が2.7ktで操業した年と2.2ktで操業した年の収支を比較すると、減速操業時は5~9%の収支低下がみられた。しかし、年による燃油価格や操業日数の変動を考慮すると、逆に減速操業時の収支は5~13%向上していた。

キーワード：小型底びき網，省エネ，省力，燃油，漁家経営

小型底びき網漁業は福岡県内の漁船漁業では釣り、採貝・採藻、刺網に次いで経営体数が多く、全体の6%を占めている。その一方で、漁獲量は全体の2%に留まり、比較的零細な経営体が多くを占めている。¹⁾

近年の燃油価格の上昇は全ての漁業種類にとって収支を悪化する一因となっている。特に小型底びき網漁業は操業中常に機関の回転をあげ高負荷状態で運転されるため、他の漁業種類に比べて燃料費が支出の多くを占め、燃油高騰の影響が大きいとされる。また小型底びき網は多様な魚種を漁獲対象としており、漁獲物は多魚種、小ロットとなりやすい。小ロットの漁獲物は商品の安定供給が困難であることから、単価が低くなる傾向があるが、近年は小売業者の衰退、大型量販店の台頭により、その傾向に拍車がかかっている。

このように小型底びき網漁業を取り巻く環境は極めて厳しく、経営体数は1981年の792から2013年の165までこの35年間で1/5に減少している。¹⁾漁業者の高齢化も進み、漁網の取り込みや漁獲物の選別などの作業が負担となり、現在も漁業者の数は減り続けている。

2013年7月に独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所及び開発調査センターより「漁船漁業の省エネルギーに向けて」²⁾という啓発冊子が発行され、この中で減速航行による燃料代の節約が提唱されている。しかし、小型底びき網漁業では曳網速度が漁獲効率に影響を与えることから、減速操業により燃料代が減少したとしても、それ以上に水揚げ額が減少すれば収支がマイナスとなるため、省エネ対策が遅れている。

そこで水産海洋技術センターでは、小型底びき網漁業

における収支の改善を目的として、独立行政法人水産大学校との共同研究により、従来の操業よりも曳網速度を減速した場合の燃油消費量、漁獲量を把握し、より経済的な操業方法についての検討を行った。また実際に減速操業をした際の収支についても漁業者の協力を得て数年分の知見を得たので、その効果の検証も行った。

方 法

1. 試験用漁具の作成

減速操業に関する各試験を行うため、新規漁具を作成した。新規漁具は、エビ類の生残試験を除き操業試験を行った糸島漁協加布里支所所属の小型底びき網漁船A丸

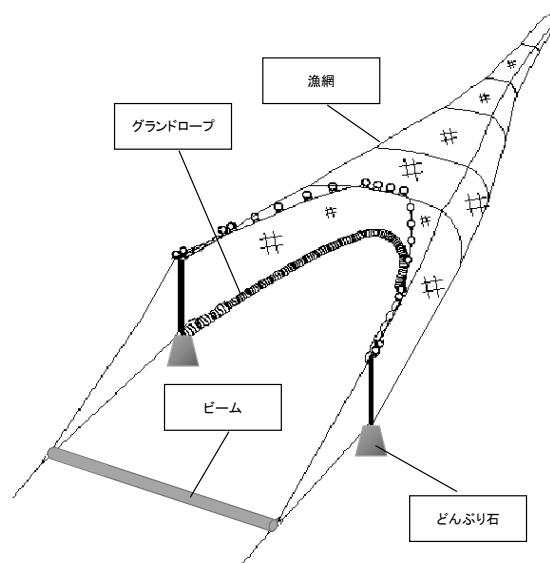


図1 小型底びき網模式図

(4.7トン)が従来から使用している漁具(図1)と同型とした。作成した漁網はA丸にて数回曳網を行い、減速操業した際に底泥を穿掘せずに海底に接地するようグランドロープ、漁網開口部両端に装着する重り(通称どんぶり石)の重量調整を行った。

従来漁具及び新規漁具は福岡県計量検定所において重量を測定した。

2. 燃油消費量計測試験

2014年10月9日、A丸にて新規漁具を用い曳網速度を変えたときの燃油消費量及び機関回転数を測定した。

曳網速度は新規漁具が海底に接地かつ底泥を穿掘しない範囲で調整し、2.2kt から2.7kt の間で4段階設定した。燃油消費量を測定するために燃油の機関への導入口と排出口それぞれに流量計(オーバル社製 フローペット EG LS-4976)を設置し、あわせて機関に回転数検出器(小野測器 LG-930)を設置した。得られた数値はリアルタイムで表示するとともにデータロガーに記録した。

なお、A丸の機関はヤンマー株式会社製 4 CX-GT, ディーゼル、連続定格出力は169kWであった。

3. 漁獲試験

曳網速度の違いが漁獲に与える影響を把握するため、A丸により従来漁具及び新規漁具を用いて操業試験を行った。

操業試験は2011年6月から2014年11月までの間に計24回行った。なお、従来操業と減速操業の試験は、時間の制約上、それぞれ別の日に実施した。曳網速度は、従来操業では従来漁具を用い2.7kt、減速操業では新規漁具を用い2.2ktとした。操業は日没前、日没後それぞれ1回ずつ各1時間行った。漁獲物は船上で選別を行い、商品価値があると判断されたものについて水産海洋技術センターに持ち帰り、分類、計数及び重量測定を行った。

各漁具での調査結果のうち、同一時期に実施し、直接比較が可能な従来操業3回(6月1回, 10月2回)と減速操業6回(6月3回, 10月3回)分について整理を行った。

4. エビ類の生残試験

曳網速度の違いが漁獲物の活力に影響するかを調べるために、糸島漁協加布里支所所属の小型底びき網漁船B丸(4.9トン)、C丸(4.98トン)による操業試験を行い、漁獲したエビ類について、生残率を調査した。

生残試験は2015年10月に実施した。曳網速度はB丸が2.7kt、C丸が2.4ktとし、漁具は両船が通常使用しているものを用いた。曳網時間、曳網回数は漁獲物調査と同

様に日没前後に1時間ずつとした。漁獲したエビ類は直ちに選別し、漁船の活け間に収納した。帰港後は水産海洋技術センターの5トン水槽においてエアレーション、一次濾過海水による換水(300l/h)を行い、帰港から12時間後の生残率を測定した。

5. 収支比較

2013年以降、加布里支所の一部の漁業者は漁具を軽量化し、2.2kt程度の減速操業を行っている。これら漁業者の仕切り書、燃油購入履歴を入手し、減速操業を行った2013年、2014年と従来の2.7ktでの操業を行った2012年の各年における収支を整理した。

結 果

1. 試験用漁具の作成

新規漁具は従来から使用している漁具の図面を元に作成した。なお、素材は新旧漁具ともにポリエチレンを使用し、糸の太さは400デニールであった。

漁網部の重量は従来漁具で217kg、新規漁具で154kgとなった。新たに作成した漁網に従来漁具と同様のグランドロープ及びどんぶり石を装着、曳網し、2.2ktでの操業が可能な重量調整を行った結果、前者は鉛沈子4個を除去することで36kgから31kg、後者は両サイドで50kgから28kgとなった(表1)。結果、新規漁具は従来漁具に比べて90kg、30%軽量化することができた。

表1 新旧漁具重量表

	従来漁具	新規漁具
漁網	217kg	154kg
グランドロープ	36kg	31kg
どんぶり石	50kg	28kg
合計	303kg	213kg



図2 従来漁具(左)と新規漁具(右)の漁網部分

同様の大きさ、素材、形状でありながら新旧漁網の重量に約3割の差が生じた理由として、操業海域ではホトトギスガイが大量発生しており、従来の漁網にホトトギスガイの足糸等のゴミや泥などが大量に付着したことが考えられた(図2)。

2. 燃油消費量計測試験

表2に曳網速度ごとの機関回転数、燃油消費量の測定結果を、図3にそれぞれの関係を示した。

曳網速度と機関回転数、燃油消費量の間には以下の関係式が成立した。

$$① \quad y = 0.9362e^{0.0008x}$$

y=曳網速度 (kt), x=機関回転数 (rpm)

$$② \quad z = 0.92e^{0.0019x}$$

z=燃油消費量 (l/h), x=機関回転数 (rpm)

曳網速度を2.7kt から2.2kt へと20%低下させると、燃油消費量は38%減少した。

3. 漁獲試験

従来操業と減速操業の1操業ごとの平均漁獲量を図4に示した。

6月、10月ともに従来操業よりも減速操業の方が漁獲量はわずかだが多くなった。試験回数が少なく、統計的な判定は行えなかったが、少なくとも減速操業により大幅に漁獲が減少することはないと考えられた。

次に各調査ごとの漁獲物の組成を操業速度別に平均した結果を図5に示した。漁獲物は移動速度や生息場所を考慮し、魚類、甲殻類、頭足類、貝類、その他に分類した。

表2 曳網速度と機関回転数、燃油消費量

曳網速度	機関回転数	燃油消費量
2.2kt	1152rpm	8.0l/h
2.4kt	1249rpm	9.6l/h
2.5kt	1334rpm	11.1l/h
2.7kt	1408rpm	12.9l/h

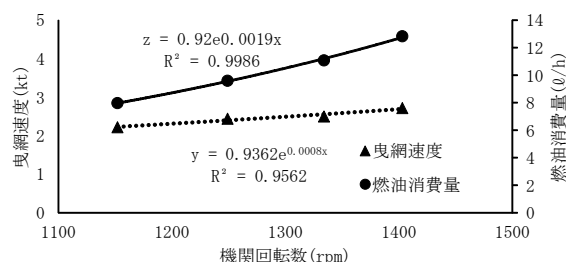


図3 機関回転数と曳網速度、燃油消費量の関係

その結果、減速操業では従来操業に比べ貝類の占める割合が大きく、相対的に魚類や甲殻類の占める割合が少なかった。これは2014年度にテングニシが大量発生し、減速操業の試験時に1日あたり10kgを越える漁獲があったことによるものと考えられた。そこで貝類を除く漁獲物組成を求め、図6に示した。これによると、漁獲物組成は従来操業、減速操業ともに魚類が最も多く63~64%、次いで甲殻類が24~29%、頭足類が7~13%という結果になった。減速操業ではやや頭足類が多く、甲殻類が少なかったが、大きな差は認められなかった。

4. エビ類の生残試験

従来操業と減速操業におけるエビ類の生残状況を図7に示した。

いずれのエビも曳網速度の違いによって生残率に有意な差は生じなかった。また、大型のクルマエビやクマエビ、シバエビは84%以上が生残したが、小エビ類(サルエビ、アカエビ等)は25~27%しか生残しなかった。

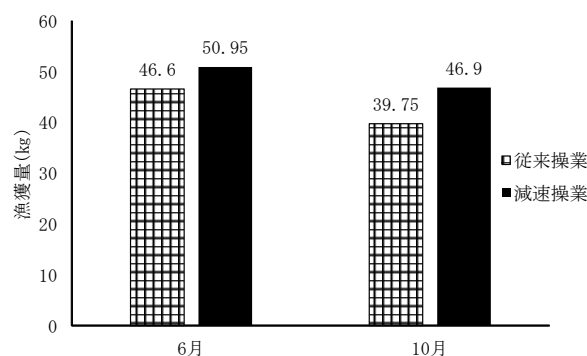


図4 従来操業と減速操業の漁獲量の比較

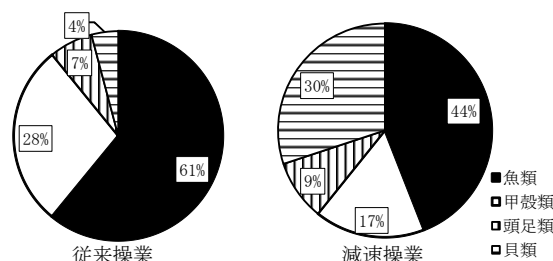


図5 従来操業と減速操業の平均漁獲物組成

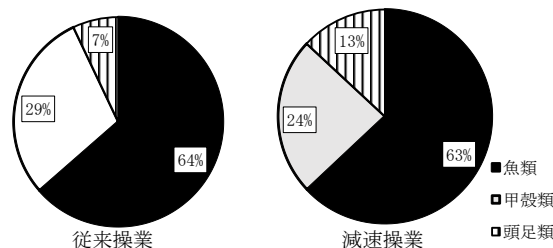


図6 従来操業と減速操業の平均漁獲物組成(貝類除く)

クマエビと小エビ類の生残個体と斃死個体の平均重量を表3に示した。いずれの魚種でも生残個体の方が大型となっており、小型個体ほど斃死が多かった。

5. 収支比較

表4に2012年度、2013年度と2014年度の小型底びき網漁業の収支の一例を示した。ここでは、収支を年間水揚げ額から燃油代を減じたもので表した。

水揚げ額は、2.7ktで曳網した従来操業の2012年度が最も高く、2.2ktで減速操業を行った2013、2014年度よりもそれぞれ66万円、36万円高かった。燃油代も2012年度が最も高く、2013年度より14万円、2014年度よりも7万円高かった。

収支は2012年度が最も良く606万円、次いで2014年度が576万円、2013年度は553万円で、最大53万円の差があった。

考 察

1. 減速操業による漁獲量の変動

今回の調査結果からは、減速操業による漁獲量への明確な影響は認められなかった。

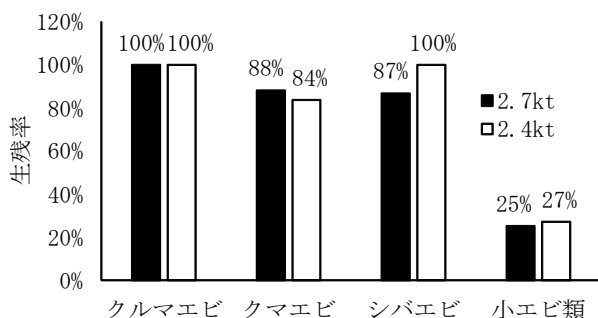


図7 エビ類の生残率の比較

表3 クマエビと小エビ類の生死別平均重量

	生残個体	斃死個体
クマエビ	27.4g	24.8g
小エビ類	1.9g	1.3g

表4 年度毎水揚げ額及び燃油代の比較

	2012年度	2013年度	2014年度
曳網速度	2.7kt	2.2kt	2.2kt
水揚げ額	6,656,508円	5,994,032円	6,296,701円
燃油代	600,865円	461,260円	532,826円
収支	6,055,643円	5,532,772円	5,763,875円

曳網速度を低下させることによって、単位時間あたりの曳網面積は減少するため、同じ漁獲効率であれば、当然漁獲量も減少するはずである。にも関わらず漁獲量が減少することなく、むしろ増加していたことは、減速操業によって漁獲効率が向上していたことを意味する。

減速操業することで考えられる漁獲効率の向上要因に、漁具の接地性の向上があげられる。今回の調査では、従来操業、減速操業ともに貝類や底生甲殻類などの海底面上に生息する生物が同程度漁獲されており、基本的には各々の漁具は海底に接地しているものと考えられる。

しかし、漁業者によると、従来操業では曳網中の漁船の回頭や潮流等の変化により曳網速度が低下した時、凹凸のある海底を操業した時などに漁網が海底を穿掘し、土砂が入り網が上がらなくなってしまう恐れがあるため、その都度、通常より操業速度を上げて曳網する傾向がある。このような場合、漁具は海底から離れ、接地性が低下する可能性が考えられる。一方で、新規漁具による減速操業は、曳網中の様々な状況変化によってある程度船速が低下しても漁具の穿掘が起りにくく、操業が行いやすいとの意見があった。

即ち、減速操業での漁獲効率が向上した理由は、2.2ktの曳網速度に見合った漁具の適正な軽量化により、漁具の挙動が多少の速度変化に影響を受けず安定したこと、海底での接地性が高まったためと推測された。

2. 減速操業が漁獲物の活力に与える影響

曳網速度を低下させることで、漁網内の生物に対する海水の抵抗および袋網(魚捕り)内での攪拌流などの負担が減少し、漁獲物の鮮度や活力が向上すると想定された。特に小エビ類は漁獲量が大きく、活魚出荷により単価の向上が見込まれることから、その生残率が上がれば収入の向上につながると期待された。

しかし、今回の結果からは2.7ktで曳網した場合と2.4ktで曳網した場合のエビ類の生残に明瞭な差はみいだせず、この程度の速度差では生残の向上にはつながらないものと考えられた。

また、生残個体と斃死個体の平均重量を比較した結果、前者の方がクマエビで10.5%、小エビ類で46.2%大きかった。同様の現象は東京湾のシャコでも確認されており、³⁾漁獲される個体群の体長組成によっても漁獲物の生残率は大きく左右されると考えられた。

漁獲物の鮮度向上には曳網速度の低下よりも、漁獲物の選別時や運送時の取り扱いの見直しが有効であると考えられた。中村⁴⁾によれば選別時に漁獲物が海水にかかるようにすることで生残率が約2倍になり、それによる単価向上も見込まれるとしている。また中川⁵⁾は選別

時にシャワーで海水をかけることで特に夏季の高温期の生残が改善すると報告している。

3. 減速操業による収支改善の可能性

年間を通じての収支比較では、従来の操業形態が減速操業よりも上回るという結果になった。

しかし、操業試験では減速操業によって燃油消費量が減少するとともに、漁獲量、漁獲物組成が大きく変化しなかったことを考慮すると、収支が減速操業により悪化するの是不自然である。

そこで2012年度と、2013年度、2014年度の燃油単価、操業日数を比較したところ(表5)、2012年度は2013年度及び2014年度に比べて燃油単価が安く、出漁日数も多いことがわかった。そこで、2013年度及び2014年度の燃油単価と操業日数を2012年度に標準化した場合の収支を求め表6に、また収支の増減率を図8に示した。

これによると、収支は2013年度が553万円から684万円へと、2014年度が576万円から634万円へと大幅に改善した。2012年度の収支と比較したところ、2013年度が113%、2014年度が105%となった。これらのことから、燃油価格や操業日数の変動要因を考慮すると、減速操業に

表5 年度別燃油単価及び出漁日数の比較

	2012年度	2013年度	2014年度
燃油単価	76.2円/l	85.2円/l	91.1円/l
出漁日数	127日	105日	118日

表6 2012年度の燃油単価、操業日数に標準化した収支

	2012年度	2013年度	2014年度
曳網速度	2.7kt	2.2kt	2.2kt
水揚げ額	6,656,508円	7,249,924円	6,776,958円
燃油代	600,865円	407,385円	439,543円
収支	6,055,643円	6,842,539円	6,337,415円
収支(非標準化)	6,055,643円	5,532,772円	5,763,875円

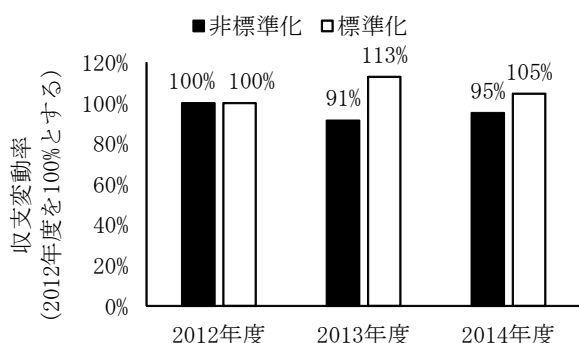


図8 従来操業と減速操業の収支比較

(標準化は燃油単価及び操業日数を2012年度に揃えた)

より収支が改善する可能性は非常に高いと推察された。

4. 波及効果について

先に述べたように、小型底びき網漁業者は高齢化が進行しており、重い漁具の運用や腰をかがめた姿勢での選別作業などが大きな負担となっている。また重い漁具は事故を引き起こす可能性を高め、事故が発生した際に重大化する危険性も高まる。また、こうした過酷な労働条件は後継者の確保にも悪影響を与えている。⁹⁾

労働作業の負担軽減、危険性の回避の観点からも漁具の軽量化の意義は大きく、収支改善以外でも今回の漁具改良による恩恵は大きいと思われる。

今回の調査では糸島漁協加布里支所の小型底びき網漁業について試験を行ったが、漁場の水深、底質、主となる漁獲対象魚種、操業形態などは漁協、漁業者によりそれぞれ異なっており、一様に今回の結果を当てはめることはできない。

しかし、これまで漁獲効率を高めることを主題に確立されてきた現在の操業形態が、現状の魚価、燃油単価において必ずしも収益が高いとは限らないことを提言できたと考える。

前述の通り、今回試験を行った糸島漁協加布里支所ではすでに一部の漁業者が漁具の軽量化、曳網速度の減速を行っており、本試験の成果が普及し始めている。

今回の調査結果をもとに、より多くの漁業者が今一度自らの操業を見直し、より安全で経済的な操業形態を模索することを期待する。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、多大なご助言、ご協力をいただいた糸島漁協加布里支所、古川芳治氏、古川武志氏、鍋島民生氏に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 第29次～61次福岡県農林水産統計年報。九州農政局福岡農政事務所、福岡。1982～2015。
- 2) 独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所開発調査センター。漁船漁業の省エネルギーに向けて、東京。2013。
- 3) 大富潤、中田尚宏、清水誠。東京湾の小型底曳網によるシャコの海上投棄量。日本水産学会誌 1992；58：665-670。
- 4) 中村元。内湾における小型機船底びき網の網目拡大

- と魚捕りの改良. 平成22年度愛知県沿岸漁業現場対応型技術導入調査検討事業報告書, 愛知県水産試験場, 愛知. 2011 ; 57-75.
- 5) 中川清, 瀧口克己. 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. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2002 ; 12 : 37-40.
- 6) 高橋秀行. 千葉県銚子市における小型機船底曳網漁業の漁労作業分析. 水産工学 2009 ; 46 : 1-8.