

季報

第110号

底びき網漁船の燃料消費量の削減



漁場へ向かう底びき網漁船

平成30年3月

京都府農林水産技術センター海洋センター

目次

はじめに	1
1 主機の省エネ	2
(1) 回転数と燃料消費量及び船速との関係	2
(2) 航行別の燃料消費量	2
(3) 主機回転数の抑制効果シミュレーション	4
① 舞鶴船でのシミュレーション結果	4
② 京丹後船でのシミュレーション結果	5
(4) 主機の省エネシミュレーションのまとめ	7
2 補機の省エネ	7
3 船型改良による省エネ	9
おわりに	11

はじめに

漁船漁業にかかる経費の中で、漁船用の燃料費が占める割合は小さくありません。特に底びき網漁業は他の漁業よりも使用される船やエンジンが大きいことに加え、漁場も遠いことから、消費される燃料も多くなります。また、過去15年間の底びき網漁船1隻あたりの漁獲金額は横ばいであるにもかかわらず、燃料（軽油）単価は約1.5倍（資源エネルギー庁資料より）となっています。これは漁業経営上、無視できない問題であり、持続的に底びき網漁業を営むためには、漁船の燃料消費量の削減、すなわち省エネルギー化の推進が望まれます。

省エネ化を進めるにはまず、現状の燃料消費量を把握する必要があります。しかし、漁船には最近の自動車のような燃費計がついていないため、燃料消費量は給油時における給油量でしか判断できません。この方法では、底びき網漁業の航海中の様々な航行（漁場への移動、網の駆け廻し及び曳網等）で、どれくらい燃料を消費しているのかを把握することが出来ず、効果的な省エネ対策を取ることが出来ません。

そこで海洋センターでは、国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産工学研究所と共同で、底びき網漁船に燃料流量計を取り付け、航行別の燃料消費量を調べました。なお、漁船には主に推進を担う主機と、発電を担う補機がありますので、両方の燃料消費状況を調べました。さらに船型改良による燃料消費量の削減効果についても調べました。本冊子では、これらの調査結果と効果的な省エネ対策についてご紹介します。

1 主機の省エネ

(1) 回転数と燃料消費量及び船速との関係

漁場から遠い舞鶴市と、漁場に近い京丹後市の底びき網漁船それぞれ1隻を対象として、主機の燃料消費量調査を実施しました。両船の主機に接続する燃料パイプに燃料流量計を取り付けて燃料消費量を記録するとともに、主機回転数やGPSデータについても同時に記録しました。なお、両船共に14トンの小型機船底びき網漁船で、主機の出力はそれぞれ610kw及び603kwです。

主機回転数と燃料消費量及び船速との関係を図1に示しました。両船共に、回転数が高くなると燃料消費量が急激に増加します。一方、船速は回転数を上げても徐々に頭打ちとなります。自動車と同様のこのような傾向は、少し回転数を落とすことで、船速をあまり落とさずに燃料消費量の削減が可能であることを示しています。多くの底びき網漁船では、移動時の主機の回転数が1,700～1,800回転です。仮に回転数を1,750回転とし、ここから100回転抑制して1,650回転とすると、船速は1ノット（時速2km弱）も変わりませんが、1時間当たりの燃料消費量は約20リットルも削減できます。

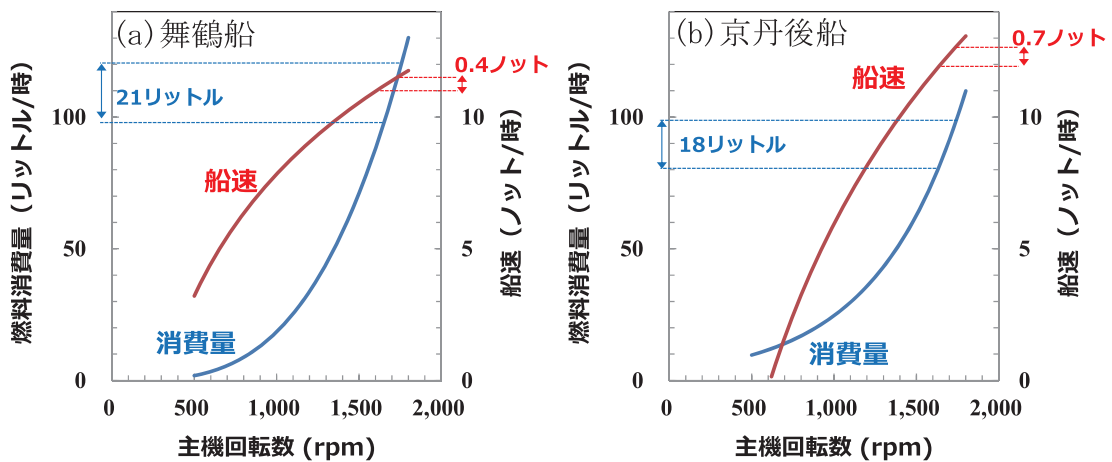


図1 主機回転数と燃料消費量及び船速との関係 (a)舞鶴船、(b)京丹後船

(2) 航行別の燃料消費量

底びき網漁業の航海は、①出航、②駆け廻し（漁具の設置）、③曳網、④揚

網、⑤漁場間移動、⑥帰航、⑦その他の7つの航行に大別することができます。それぞれの航行での所要時間と燃料消費量を表1に示しました。

表1 さかな漁とかに漁における1航海あたりの航行別の所要時間と燃料消費状況 (a)舞鶴船、(b)京丹後船

(a) 舞鶴船	さかな漁			かに漁		
	時間(時)	燃費(ℓ/時)	消費量(ℓ)	時間(時)	燃費(ℓ/時)	消費量(ℓ)
出航	2.6	64.4	166	3.2	76.1	241
帰航	2.5	68.6	169	3.5	74.1	258
漁場間移動	1.4	70.4	99	2.0	93.1	183
駆け廻し	2.3	58.2	133	2.2	74.2	166
曳網	10.2	17.1	174	8.8	18.8	166
揚網	4.9	13.9	68	4.8	16.5	79
その他	2.1	4.6	9	0.6	5.6	4
計	25.8	31.7	818	25.1	43.7	1,097

(b) 京丹後船	さかな漁			かに漁		
	時間(時)	燃費(ℓ/時)	消費量(ℓ)	時間(時)	燃費(ℓ/時)	消費量(ℓ)
出航	1.0	83.9	81	1.1	101.3	115
帰航	0.9	88.1	82	1.3	89.6	116
漁場間移動	1.2	100.6	126	1.6	95.5	154
駆け廻し	1.0	78.3	76	2.4	78.3	184
曳網	3.4	26.9	91	8.9	19.2	172
揚網	1.9	22.6	43	3.8	19.5	75
その他	0.8	5.0	4	3.3	4.1	13
計	10.3	48.9	504	22.5	36.8	829

1航海あたりの総燃料消費量をみると、舞鶴船では、さかな漁で約800リットル、かに漁で約1,100リットルでした。一方、京丹後船では、さかな漁で約500リットル、かに漁で約800リットルでした。舞鶴船の総燃料消費量が多い理由は、港から漁場までの距離が京丹後船よりも遠かったためと考えられます。また、両船共に、かに漁の場合、その漁場はさかな漁よりも遠いため、総燃料消費量が増えています。なお、京丹後船の場合は、さかな漁が日帰り操業であることも燃料消費量が少ない理由の一つと考えられます。航行別にみますと、

出航、帰航、漁場間移動及び駆け廻しでの燃費が悪く、総燃料消費量が多くなっていました。また、曳網の燃費は悪くないものの、時間が長いことから総燃料消費量は多くなっていました。

主機回転数の抑制による燃料消費量の削減は、航海を通して一律に実施するよりも、航海をいくつかの航行に区分けし、燃料消費量の多い航行で効率的に実施することが望ましいと考えられます。例えば駆け廻しや曳網は、操業に直結する航行ですので、主機回転数を抑制することにより、漁獲量が大きく減少したり、漁具にトラブルが発生したりする危険性があります。そこで、操業に欲説の影響を与えない出航、帰航及び漁場間移動の航行で、主機の回転数を抑制したときの効果についてシミュレーションしました。これらの航行における主機の回転数は各漁船で様々ですが、本冊子では現状の回転数を舞鶴船では 1,600 回転、京丹後船では 1,750 回転とし、一例としてそれぞれ 200 回転抑制したときの効果についてみることにします。

(3) 主機回転数の抑制効果シミュレーション

主機の回転数を抑制すると、僅かであるとはいえ船速も遅くなり、それに伴って航海時間も長くなります。これにより操業回数が減るようなことがあれば、漁獲金額が減少するので本末転倒です。さらに入港時間があまりにも遅くなれば、出港時間や市場でのセリ時間の変更等が必要となるため、省エネに取り組み難しくなります。そこで、シミュレーションでは燃料消費量の他に、航海時間の増減についても示しました。

① 舞鶴船でのシミュレーション結果

主機回転数を 200 回転抑制した場合の舞鶴船の 1 航海あたりの燃料消費量の変化をみると、さかな漁では約 150 リットル（図 2-a の黄色丸）、かに漁では約 220 リットル（図 2-b）削減することができます。一方、1 航海あたりの航海時間は、さかな漁では約 30 分（図 3-a）、かに漁では約 45 分（図 3-b）延長になります。

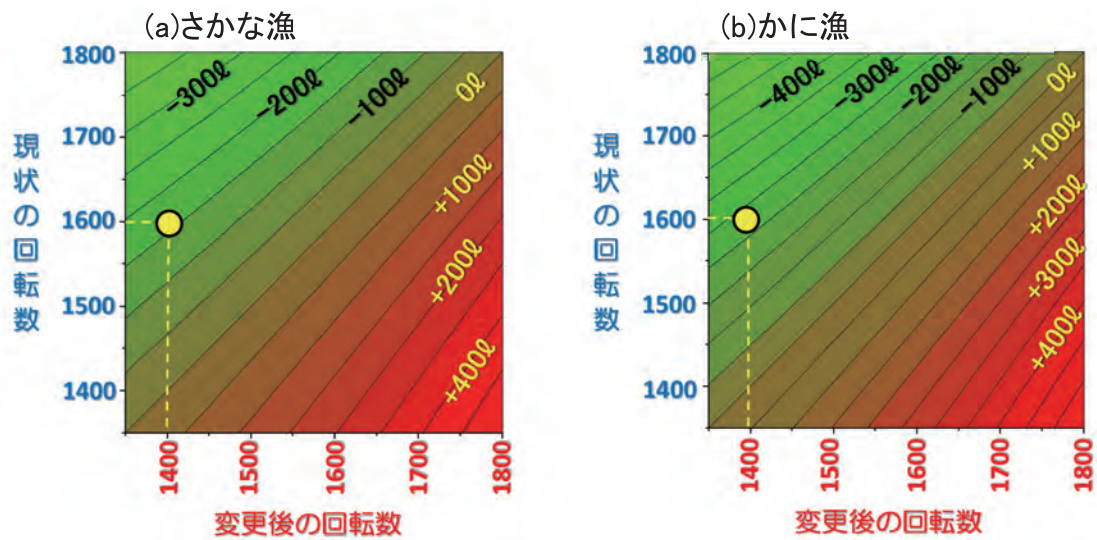


図 2 舞鶴船における主機の回転数と燃料消費量の変化との関係

(a)さかな漁、(b)かに漁

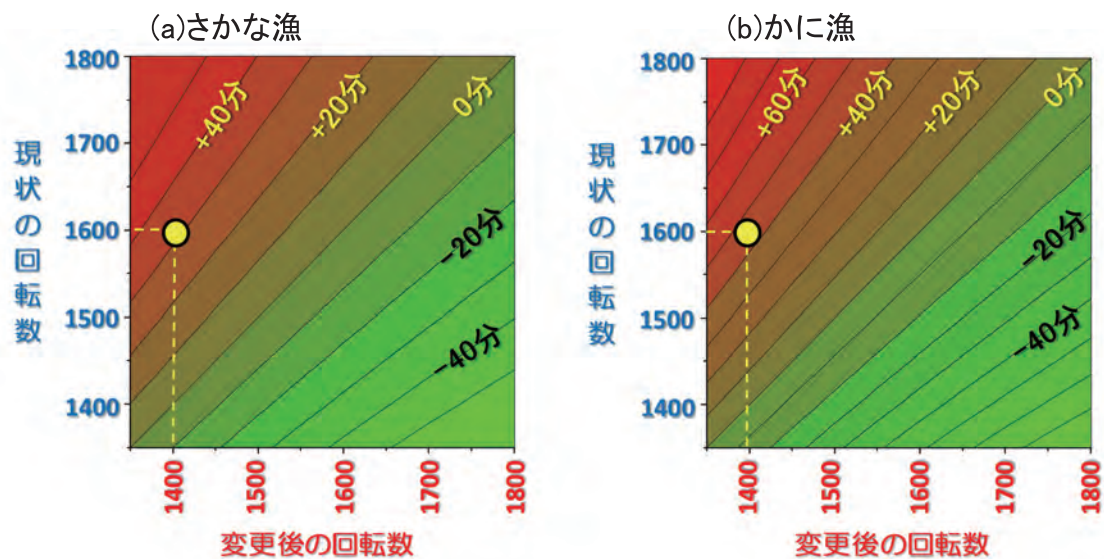


図 3 舞鶴船における主機の回転数と1航海あたりの時間の変化との関係

(a)さかな漁、(b)かに漁

② 京丹後船でのシミュレーション結果

京丹後船についても同様のシミュレーション結果を見ることとします。1航海あたりの燃料消費量は、さかな漁では約 70 リットル (図 4-a)、かに漁では

約 90 リットル (図 4-b) 削減することができます。また、1 航海あたりの延長航海時間は、さかな漁では約 25 分 (図 5-a)、かに漁では約 30 分 (図 5-b) 延長になります。

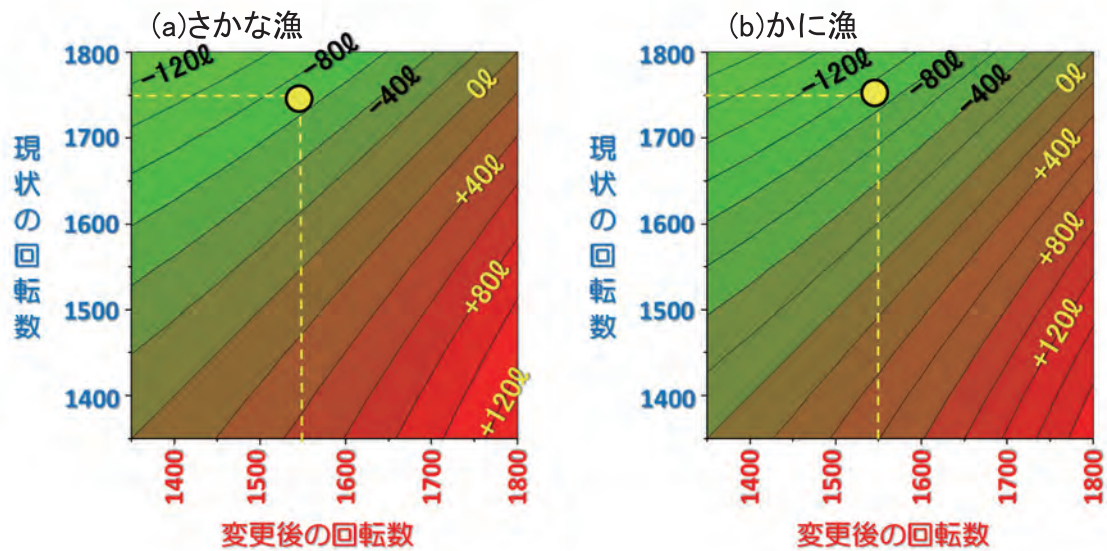


図 4 京丹後船における主機の回転数と燃料消費量の変化との関係

(a)さかな漁、(b)かに漁

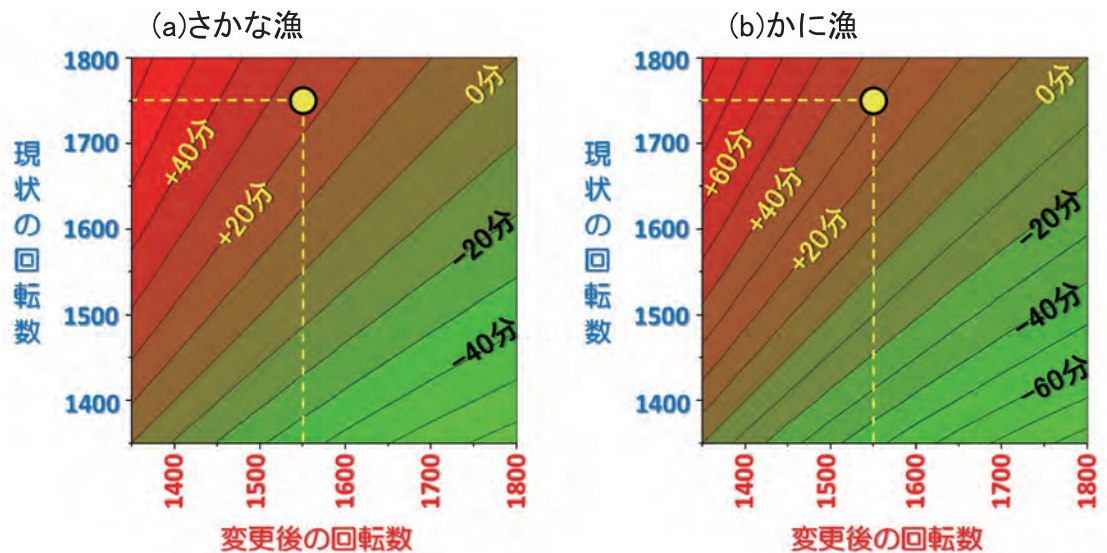


図 5 京丹後船における主機の回転数と 1 航海あたりの時間の変化との関係

(a)さかな漁、(b)かに漁

(4) 主機の省エネシミュレーションのまとめ

表 2 に図 2 から図 5 の結果をまとめて示しました。主機回転数を 200 回転抑制することにより、年間の燃料消費量を舞鶴船では約 9,900 リットル、京丹後船では約 6,400 リットル削減できることが分かりました。これはそれぞれの年間の主機燃料消費量の約 20%及び 12%に相当します。また、年間削減金額は舞鶴船では約 80 万円、京丹後船では約 60 万円となりました。

一方、1 航海あたりの延長時間は、両船ともに 45 分以内に収まりました。漁場での 1 回あたりの操業に要する時間は 1.5～2 時間ですので、これぐらいの延長時間であれば、操業回数を減らさなくても良いのではないのでしょうか。また、市場でのセリ時間にも大きな影響を与えることはないと考えられます。

表 2 主機の省エネシミュレーションのまとめ

		舞鶴船	京丹後船
主機回転数 (rpm)	現行	1,600	1,750
	変更後	1,400	1,550
削減燃料消費量 (ℓ/航海)	さかな漁	150	70
	かに漁	220	90
延長時間 (分/航海)	さかな漁	30	25
	かに漁	45	30
年間削減燃料量 (ℓ)		9,912	6,353
年間削減金額 (千円) *		793	572
燃料消費量の削減割合		20%	12%

*A重油80円/ℓ (舞鶴船) 、軽油90円/ℓ (京丹後船) として試算

2 補機の省エネ

補機に付随した発電機によって生み出される電力は、魚探等の航海機器や照明さらには冷海水機等に使用されています。したがって補機は漁船が動く間、一定に運転されます。しかしながら、その燃費 (リットル/時間) は一定ではなく、京丹後市の沖合い底びき網漁船 (17 トン、補機出力 25 kw) のさかな漁で

の補機の燃料消費状況を見ると、燃費が大きい高負荷の状態と燃費が小さい低負荷の状態を繰り返していることが分かりました（図6）。

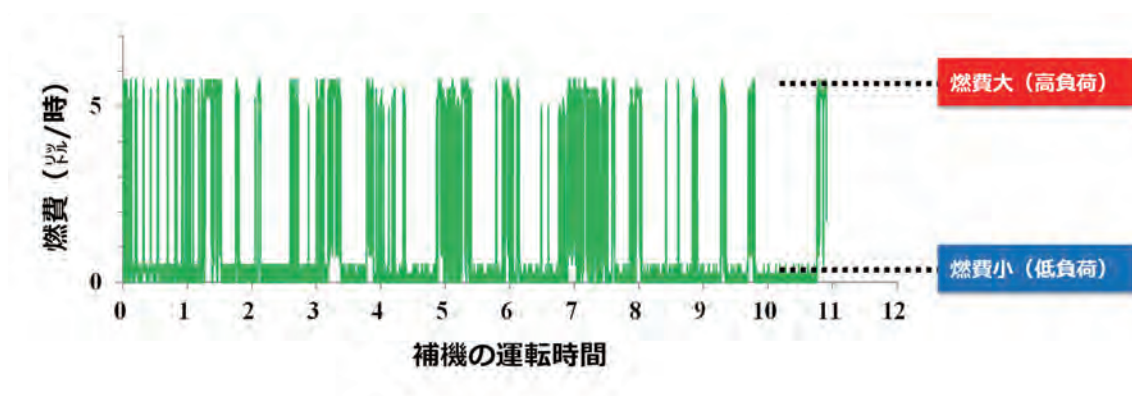


図6 さかな漁での補機の瞬間燃費の推移

したがって、電力負荷の高い冷海水機の使用を制限することにより、補機についても省エネ化を図れる可

表3 京丹後船の補機の燃料消費状況

	時間(時)	燃費(ℓ/時)	消費量(ℓ)
さかな漁	11.8	2.8	35
かに漁	22.9	2.9	67

能性もあります。しかし、補機の燃費は約3リットル/時間、1航海あたりの燃料消費量もさかな漁で約35リットル、かに漁で約67リットルでした(表3)。

この程度の燃料消費量であれば、漁獲物の鮮度や品質を保つため、いたずらに省エネ化を求めずに、補機については現状の使用状況のままでいいと考えられます。

3 船型改良による省エネ

次に、船型改造による省エネについてお話しします。漁船の航行にとって、海水は最大の障害物であり、この抵抗を減らすことによって燃料消費量を削減することができます。船型が滑らかでないと、海水の抵抗が増えて燃料消費量が増大します。そこで、漁船のドック整備中にステレオカメラを用いて漁船の船型を撮影し（図7）、問題点がないか調べてみました。



図7 ステレオカメラによる
漁船形状の測定

その結果、京都府の底びき網漁船では、船首と船尾の形状や船底に突き出した魚群探知機の送受波器による水の抵抗が大きいことが分かりました。対策として、①船首に球状突起（バルバスバウ）を造作することにより、船体によって造られる波を小さくし、抵抗を減らす②立方体形状の魚探の送受波器に流線型カバーを装着し、抵抗を減らす③船底後縁を流線型にし、抵抗を減らす。④プロペラ（スクリュー）の直後に配置されている舵の形状を流線型にし、抵抗を減らすとともに、プロペラの水流を利用した推力を得る等が挙げられます（図8）。これらの形状変更による省エネ効果を推測したところ、①と②では3～5%、③と④では1%の燃料消費量の削減が可能と考えられました。

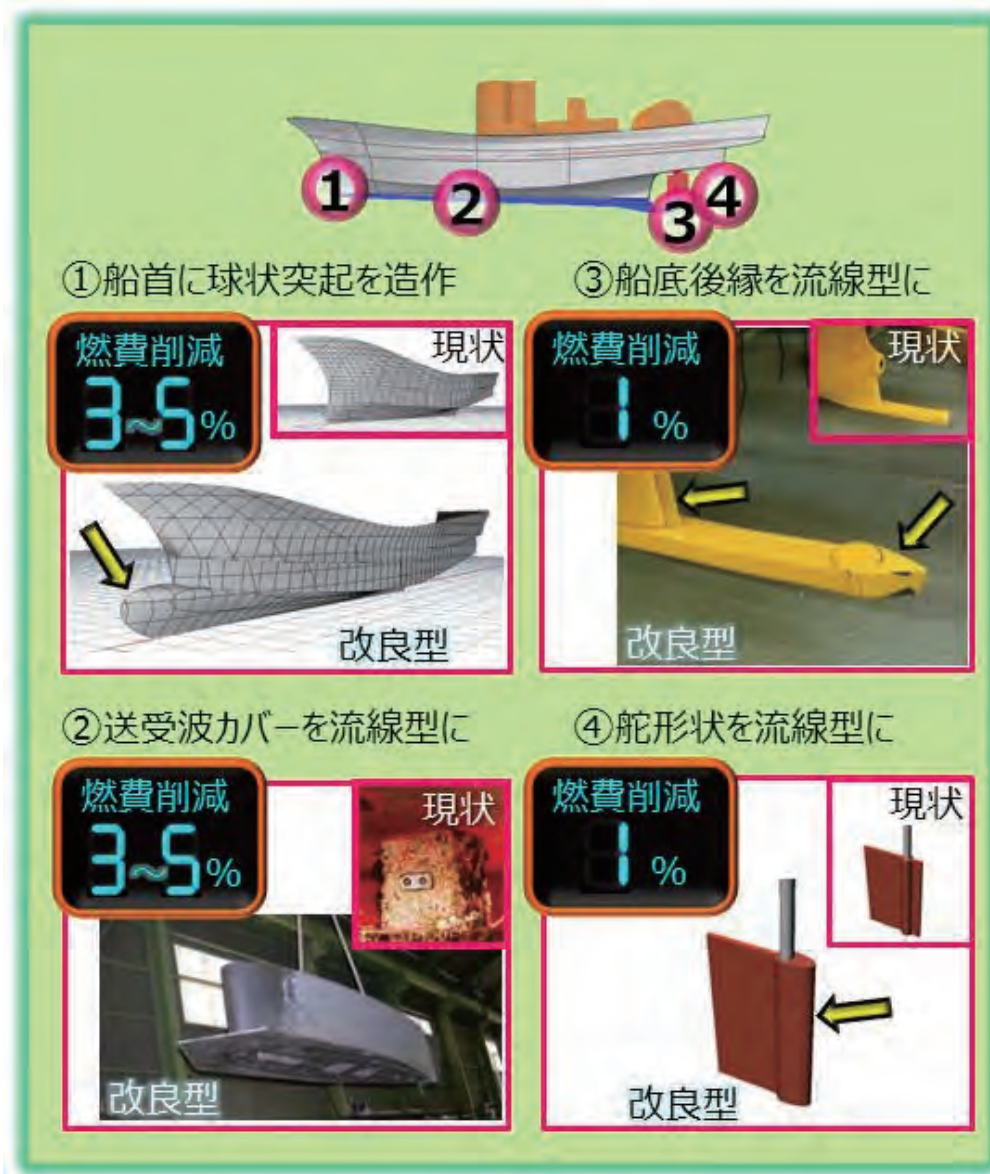


図 8 船型改良案とその効果

おわりに

本冊子では主機の省エネについて、出航・漁場間移動・帰航での回転数抑制シミュレーション結果を示しました。しかし、これらの全てで必ず主機回転数を抑制する必要はなく、漁業者の方それぞれの実情に応じてカスタマイズされれば良いと思います。例えば、かに漁においては、少しでも漁場を迅速に探索する必要があるため、漁場間移動では省エネ走行を行わないという運用も現実的にあり得ます。もし、その際の燃料削減量や時間の変化をお知りになられたいときは、様々なシミュレーションが可能ですので、当センターまでお尋ねください。

船型改良については、本冊子で提案した改良案は、個別にみるといずれもその効果は僅かです。しかし、船体運動の安全性を考慮の上で、このような小さな改良の積み重ねを行い、全体として大きな効果につなげることが重要です。

現在、好景気といわれながらも、これまでのデフレの影響を大きく受けて魚価は低迷したままです。持続的な底びき網漁業を営むためにも、少しずつでも省エネに取り組んでいただければ幸いです。