

**水産業における省エネルギー対策と
合理的なエネルギー消費の在り方について**

平成21年3月18日

**独立行政法人 水産総合研究センター
水産業エネルギー技術研究会**

目 次

はじめに	1
I. 漁船のエネルギー消費の現状	2
II. 漁船漁業の省エネルギー技術の現状	2
1. 燃料消費の見える化	2
2. 漁船機関の燃料消費率の動向	3
3. 具体的な漁船漁業の省エネルギー技術	3
(1) ソフトで対応できる省エネルギー技術	3
1) 航行速度の抑制	3
2) 船の軽量化	4
3) 船体や舵、プロペラの掃除	4
4) 可変ピッチプロペラの有効利用	4
(2) 適切な船体の改造による省エネルギー技術	5
1) バルバスバウの取り付け	5
2) 船体取り付け整流板	5
3) 船体船底取り付け付加物の形状改善	6
(3) 適切な機関部の改造による省エネルギー技術	6
1) 機関の換装	6
2) 発電機や補機類の主機関駆動	7
3) インバーターによるポンプ等の回転数制御	7
4) 進相コンデンサーによる力率の改善	8
(4) 漁具や漁労機器による省エネルギー技術	8
1) 低抵抗漁具	8
2) 油圧ポンプの運転と油圧システム	9
(5) 新造時に利用できる省エネルギー技術	9
1) 二重反転プロペラ等高効率推進システム	9
2) 主機関の二段減速	9
3) 安価なC重油やACブレンド油による省コスト化	10
(6) 今後さらなる検討が求められる省エネルギー技術	10
1) 帆装漁船	10
2) 風力発電や太陽光発電	11
3) バイオディーゼル燃料	11

III. 漁業種別のエネルギー消費の実態と省エネルギー効果の推定	12
1. エネルギー消費の実態と期待される省エネルギー効果	12
2. 既存の省エネルギー技術の評価と今後の課題	15
IV. 魚倉保冷温度の適正化	16
1. 冷凍装置の冷媒	16
2. まぐろ類の漁獲後の処理と保管	16
3. 保管温度を上げることによる省エネルギー効果	17
4. まぐろ類の凍結保管に関する今後の検討課題	17
V. LED漁灯を活用した省エネルギー技術	19
1. 投光利用漁業を取り巻く環境	19
2. LED漁灯導入試験への取り組みの経緯と現状	19
3. 今後の研究の方向性	21
VI. 水産業における温室効果ガスの排出量推計	21
VII. 提言－水産業の省エネルギー化に向けた今後の取り組み	24
1. 省エネルギー技術の普及・実用化へ向けた取り組み	24
(1) 現地説明会の開催	24
(2) 技術的な支援体制の構築	24
2. 今後の研究開発の方向性	25
(1) 当面の課題	25
1) 水産業におけるエネルギー消費実態の把握	25
2) 既存技術の高度化・安定化と技術導入の費用対効果 の判別指針の策定	25
3) LED漁灯利用技術の確立	25
4) 適正冷凍保管温度についての科学的検証	26
(2) 中・長期的な課題	26
1) 再生可能エネルギーの開発と利用	26
2) 低炭素消費型漁業・養殖業生産体制の構築	27
3) 低炭素消費型シームレス流通体制の構築	28

はじめに

中国やインドなど新興諸国等の経済発展による世界の石油需要の急増や原油産出国の政情不安、原油市場への投機的資金の流入などにより、一昨年から昨年夏にかけて原油価格が世界的に高騰し、日本を含むアジアの指標原油である「中東ドバイ原油」は、昨年7月14日には史上最高の139.72ドル/バーレルとなった。その後、昨年末からの金融危機による世界経済の急激な収縮に伴い原油価格が急落し、本年3月16日現在41.28ドル/バーレルとなっている。しかしながら、ここ30年の価格の推移からすると依然高値の状態にあり、近い将来には、景気の回復とともに石油需要が増加することが予想され、これに今回の原油価格下落による油田開発の遅れが加わり、再び原油価格が高騰することが懸念されている。

この原油価格の高騰は、水産業にも深刻な影響を与えている。中でも漁船漁業は、他産業と比べて経費に占める燃料費の割合が高く、また、流通業界や消費者の動向から価格への転嫁も容易ではない。漁船漁業の生産経費に占める燃油代の割合は、平成16年度までは10～20%であったが、平成17年度には20%を越え、本年の燃油価格のピーク時には、遠洋及び近海かつお・まぐろ漁業、いか釣り漁業では40%を越えた。したがって、燃油消費の抑制が経営上の重要な課題である。また、将来の地球環境問題に的確に対応し、持続可能な海洋産業としての維持・発展を目指す上でも、水産業のエネルギーの消費構造を見直し、燃油価格に左右されない省エネルギー型の産業へ転換をはかる必要がある。

そこで、独立行政法人水産総合研究センター（以下、「水研センター」という。）では、漁船漁業をはじめとする水産業の省エネルギー対策技術の現状と、エネルギー消費のあるべき姿を検討するために、学識経験者等で構成する「水産業エネルギー技術研究会（以下、「研究会」という。）」を設置した。研究会では、「エネルギー利用適正化」、「LED導入推進研究」及び「水産物適正温度管理設定」の3つの作業部会を設け、漁船漁業を中心に、省エネルギー技術の研究開発の現状と利活用にあたっての課題について検討し、漁業現場へ向けて具体的な技術内容を紹介したパンフレットを作成した。また、今後の我が国水産業が合理的かつ効率的なエネルギー利用をはかる上での基礎となる二酸化炭素の排出量の算定にも着手した。この報告は、各作業部会での検討結果を総括するとともに、水産業の省エネルギー化へ向けた今後の取り組みについての提言を取りまとめたものである。

平成21年3月18日

水産業エネルギー技術研究会 委員長 井上 潔

I. 漁船のエネルギー消費の現状

漁船漁業においては、船外機に使われるガソリンを除くと、遠洋・沖合漁船の多くがA重油を、小型沿岸漁船ではA重油または軽油を使用している。平成20年度環境バイオマス総合対策推進事業（農林水産省）のうち農林水産分野における地球温暖化対策調査によると、平成17年度の我が国の漁船漁業における燃料消費量（ガソリンを除く、軽油とA重油の合計値）は、216万kL～245万kLと試算されている。資源・エネルギー統計年報によると、平成17年度の我が国における軽油販売量は4,218万kL、A重油販売量は3,500万kLとなっている。したがって、漁船漁業における燃料消費量は、軽油とA重油の販売量の合計値の2.8%～3.2%に相当している。

魚価の低迷や漁業者の高齢化等による漁業従事者の減少や漁船隻数、とりわけ中・大型の遠洋、沖合漁船の大幅な減少を反映して漁船の燃料消費量は毎年減少を続けている。しかしながら、平成17年度の我が国の国内総生産額は約503兆2千億円、水産業の総生産額は約8,800億円（「農業・食料関連産業の経済計算」における商品ベースでとらえた値）であり、水産業の占める割合は0.17%であることからすると、水産業は他産業より燃料多消費型の産業となっている。

II. 漁船漁業の省エネルギー技術の現状

1. 燃料消費の見える化

漁船の省エネルギー化を考えるにあたって、漁船の燃料消費量を知ることが先ず基本となる。物や人を運ぶだけの商船と異なり、漁船は漁獲のために複雑な操船を行うとともに、操業状況に応じて船内の所要電力量も変わるため、主機関、補機関ともに燃料消費量が大きく変動する。漁船の主機関や補機関に燃料流量計を設置して、リアルタイムでブリッジや機関制御室に表示することで、操船者の燃費に対する関心を高め、省エネルギー化を意識した運航に努めることが期待される。

一般に、燃料流量計は、主機関、補機関のそれぞれについて、機関室内の燃料タンクと機関の間に設置される。しかし、多くの機関では、ポンプで機関に送る油量は実際の消費量より多く、燃料タンクへの戻り油があるため、機関の入口と出口の両方で流量を計測して、その差を燃料消費量として求める必要がある。大型や中型の漁船には、機関室内の燃料系統に、船底タンクからサービスタンクに汲み上げる燃料を測る流量計が設置されている例はあるものの、航行中や操業中に、その時点でどれだけ燃料を消費しているのか、リアルタイムで表示できる漁船はほとんどない。現時点では、漁船に簡単に導入可能な流量計と表示システムは市販されていないので、今後手軽に漁船に導入できる燃料

流量計の開発が望まれる。

2. 漁船機関の燃料消費率の動向

漁船で使用されるディーゼル機関は、実用的な内燃機関の中では、最も熱効率に優れた機関である。1970年代の石油ショック以降、省エネルギーのための研究開発が進められ、燃料消費率の低減化がはかられてきた。

しかし、平成17年に出力130kW以上の舶用機関を対象に、窒素酸化物（NO_x）を対象とした国際的な排気ガス規制が導入され、平成23年から開始される第2次排出規制では、さらなるNO_xの低減が求められるとともに、引き続き第3次規制も予定されている。NO_xを低減させるには燃焼温度を下げる必要があり、このことは機関の熱効率の低下につながる。このため、燃料消費率を悪化させずに今後強化される排気ガス規制をクリアすることが技術開発のキーポイントとなっている。

3. 具体的な漁船漁業の省エネルギー技術

ここでは、既存漁船に適用可能な省エネルギー技術の現状について、（1）ソフトで対応できる省エネルギー技術、（2）適切な船体の改造による省エネルギー技術、（3）適切な機関部の改造による省エネルギー技術、（4）漁具や漁労機器による省エネルギー技術に分けて整理するとともに、（5）新造時や代船時に利用できる省エネルギー技術、（6）今後さらなる検討が求められる省エネルギー技術について概要を紹介する。

（1）ソフトで対応できる省エネルギー技術

1）航行速度の抑制

船型や大小、漁業種類を問わず全ての漁船に適用が可能な技術である。

船舶の速度の概ね3乗に比例して、推進に要する出力が必要となることが知られている。したがって、わずかな減速でも推進に要する出力が大きく低下し、燃料消費量が減少する。

排水量型漁船といわれる、船の長さが20m以上で航海速度が13ノット以下の沖合・遠洋漁船では、この法則が適用できる。実際には、同じ距離を航走する場合、速度を落とすと、それに比例して航走に要する時間が増加するため、燃料消費量は概ね速度の2乗に比例して減少することになる。

一方、小型沿岸漁船は大半が半滑走型漁船といわれ、船の長さが20m以下で速度が14ノットを超える。このタイプの漁船では、速度が10数ノットを超えて船首が持ち上がり、半滑走状態になると上記の3乗則が成立しなくなる。この速

度領域では、同じ距離を航走する場合の減速による燃料消費量の減少は、概ね速度に比例することになる。

減速航行を行うと、航海時間（日数）が延びるため、時間に比例して補機関の燃料消費量が増加することや、漁場滞在時間（日数）の減少による漁獲量への影響等も考えられるので、これらを勘案した適切な速力の選定が必要である。

2) 船の軽量化

全ての漁船に適用可能な技術であるが、特に小型漁船で効果が高い。

燃料や漁具、漁獲物をはじめとする漁船の積み荷が増えて排水量が増加すると、漁船の推進抵抗が増えて燃料消費量が増加する。使用しない漁具は陸上の倉庫へ、燃料の積載も必要量に抑える等の対策が望まれる。また、小型沿岸漁船の場合は、トリムが適正な状態に保たれるように、漁具や漁獲物の積み方などに特に注意する必要がある。過度の船首トリム、あるいは船尾トリムとなった場合は、燃料消費量の増大の他、耐波性、操縦性の悪化を招く場合もあるため、過度のトリムが生じない荷物の積み方を常に心がける必要がある。

3) 船体や舵、プロペラの掃除

船型や船の大小、漁業種類を問わず全ての漁船に適用が可能な技術である。

ドック直後は、船体や舵、プロペラなどはきれいな状態に保たれている。しかし、日数の経過とともにそれらの部分には徐々に貝類や藻類などの生物が付着して汚れ、摩擦抵抗が増えて燃料消費量が増加するとともに、所定の速力で航走することが困難になる場合がある。一定期間ごとに清掃することによってもとの性能に戻るが、頻繁にドックに入れることが困難な場合は、ダイバーによるプロペラの掃除だけでも一定の効果が期待できる。

4) 可変ピッチプロペラの有効利用

底びき網漁船やまぐろはえ縄漁船等、沖合や遠洋で操業する漁船の一部には、可変ピッチプロペラを装備している漁船がある。これらの漁船のブリッジには、通常、プロペラの「翼角（ピッチ）」と「回転速度（機関の回転数）」を設定する制御盤がある。エンジンを常時一定回転にしてピッチだけで船速を制御すると、低速時にプロペラ効率が大幅に低下して燃料消費量の増加を招くことになる。そこで、漁船の積荷の状態、船速、あるいは操業状態などにより異なるが、「翼角」と「回転速度」の両方を適切に操作することによって、燃料消費量が削減できる。具体的には、プロペラメーカーや造船所から提供される可変ピッチプロペラの「操作マニュアル」に従って、「翼角」と「回転速度」を同時に操

作して、適切な値に設定して運行することを奨励する。

(2) 適切な船体の改造による省エネルギー技術

1) バルバスバウの取り付け

バルバスバウは、下部が球状に突出した形状の船首をいい、船首バルブやバウキャップとも呼ばれる。沖合・遠洋の大型漁船であっても、漁船は船の長さ比べて速力が早いため、船体に働く抵抗成分の中でも造波抵抗（曳波を造ることで生じる船体抵抗）の占める割合が大きい。造波抵抗の軽減には、船首端に大きな排水容積を与える方法が有効であり、速力の増加に伴い船首端の容積も大きくすれば良いことが理論的に明らかとなっている。したがって、沖合、遠洋で操業する漁船にとって有効な技術である。

バルバスバウは、船首端に大きな排水容積を与える具体的な施工手段であるが、速長比（速力と船の長さの平方根との比）によって適切な大きさがあるため、具体的な設計や施工に当たっては、効果的な大きさ、形状のものを設計することのできる研究所、造船所、設計コンサルタントに依頼する必要がある。また、船体の横断面積が急激に変化する部分からは大きな波が発生するため、主船体とバルバスバウの取り付け部分を滑らかに接合し、横断面積が長さ方向に対して急激に変化しないようにする施工も必要である。さらに、波浪中で浮き上がった船首が海面を叩いた場合にも、バルバスバウ底面が大きな船底衝撃を受けない断面形とするなど、波浪中で構造強度の問題を生じない形状の工夫も必要である。

沿岸小型漁船は、バルバスバウが有効な速長比を超えた速力で航行しているため、一般的にはこれらの措置は有効ではない。しかし、一部の沿岸小型漁船には、船首浮力の確保や水線長の増大の目的から、類似の形状を持つ船首が採用されている。

バルバスバウを装備していない、あるいは適切な形状になっていない遠洋・沖合漁船では、バルバスバウの装備や形状の改善によって燃料消費量の削減が期待できる。

2) 船体取り付け整流板

船体取り付け整流板は、主に遠洋、沖合漁船を対象として、プロペラ前方の船体船尾に数枚の羽根を放射状に取り付け、プロペラに流入する流れを整流したり、流れの回転エネルギーを回収したりすることで推進効率を高める装置である。整流板の装備位置、形状や大きさ、配列数などは、船体の水面下の形状、船速などに関連していることから、装備に当たっては、然るべき研究機関、造

船所、設計コンサルタント等を通じた適切かつ十分な事前検討が不可欠となる。

3) 船体船底取り付け付加物の形状改善

沖合、遠洋で操業する漁船に有効な技術である。

漁船船体の水面下には、スケグ（船底中央を縦に走る骨材をキール「竜骨」と言い、キールから飛び出した「ヒレ状」の構造物をスケグと呼ぶ。直進性の向上などのために付けられている）、ビルジキール（船の横揺を防止するために、船体横の底部に取り付けられている板）などのほかに、ソナーや魚群探知機の送受波器など各種の付加物やサイド・スラスターの開口部などがあり、水の流れを妨げ、渦を発生させて抵抗になっている。漁船の船体は大型商船より小さいため、付加物の作用は相対的に大きくなる。漁業種類によっては、さらにプロペラ・ガードなどが加わる場合もある。このような付加物を、流線に沿った適切な形状に改良することによって推進性能が向上する。

まき網漁船では、船底の数カ所に分散して装備されていたソナーや魚群探知機の送受波器をキール線上の船型枠内にまとめて装備し、また遠洋まぐろはえ縄漁船では、ビルジキール、魚群探知機の送受波器ボックスおよび防食アルミ板の各形状を改良して、燃料消費量を低減した例がある。ただし、送受波器の取り付け方法の改良では、場合によって漁船が航走するとき船首部で波が生じ、その時発生する気泡が船底に沿って送受波器周辺に流れ込むことによって、魚群探知機等にノイズが入る可能性もあるので事前に十分に改良法を検討しなくてはならない。

(3) 適切な機関部の改造による省エネルギー技術

1) 機関の換装

小型沿岸漁船で効果が期待される技術である。

小型沿岸漁船では、老朽化した旧型の機関から新しい機関に換装する場合がある。10年以上使用した旧型の機関から新しい機関に換装することで、燃料消費率の改善が期待できる。しかし、出力あたりの燃料消費率が改善されても、一般に、旧型機関に比べ新型機関の馬力が大きくなっているため、性能をフルに発揮した場合には燃料消費量が増加する場合がある。600馬力の機関を装備する小型一本釣漁船の航走時の機関出力を、燃料消費量の計測結果から推定したところ、燃料を節約するために300馬力以下で常用している例があった。大出力の機関を、燃料消費率の悪い低負荷で長時間使用することは、機関換装のための初期投資と燃料消費量の両面で不利になるばかりか、低負荷障害による機関の損傷につながる恐れもある。新造時や換装時には、操業に合わせて適切な出

力の機関を選定することが、省エネルギー上最も重要である。

2) 発電機や補機類の主機関駆動

遠洋、沖合漁船の発電機を、補機関に比べ燃費率の良い主機関で駆動することによって省エネルギー化をはかれる。また、冷凍機等の補機類を主機関や補機関で直接駆動すると、電気への変換がなくなり伝達効率が向上する。しかし、冷凍機等の直接駆動はシステムが複雑となるため、遠洋まぐろ延縄漁船のごく一部にのみ適用例がある。

発電機を主機関で駆動する場合、周波数を一定に保つ必要があるため、主機関を常に一定の回転数で使用して、可変ピッチプロペラ(CPP)の翼角のみで船速を制御する方式と、回転数の変化する主機関と発電機の間、または発電機の後に定周波装置を組み込む2つの方式がある。前者では、まぐろはえ縄漁船等で操業中等の低速航走時に高速回転でプロペラを使用すると、プロペラ効率が低下するため燃料消費量の増加を招く。後者では、電氣的にまたは機械的にスリップさせることで発電機の回転数を一定にする方式の定周波装置を用いた場合には、主機関の回転数が高い航走時に伝達効率が悪化して燃料消費量が増加する。2段変速を採用することで、この悪影響を緩和している機種もある。また、周波数が変動する交流を一旦整流した後一定周波数の交流に変換するサイリスタ・インバータ方式の場合は、主機関の回転数にかかわらず高い伝達効率が得られるが、補機関との並列運転が困難な場合もある。また、インバーターは電氣的なノイズの発生が避けられないので、計測器や通信機器等に対する十分なノイズ対策をとる必要がある。

機関の出力にもよるが、過去に比べて主機関と補機関の燃費率の差が縮まり主機関駆動の省エネルギー効果は小さくなっているため、発電機の主機関駆動により補機関を完全に予備にすることでのメンテナンス費用の削減等も含めた、総合的な経費の検討が必要である。したがって、発電機や補機類の主機関駆動については、本システムについて熟知した技術者とその効果についてよく検討する必要がある。

3) インバーターによるポンプ等の回転数制御

遠洋、沖合漁船の主機関や補機関に用いられている冷却海水ポンプは、三相誘導電動機により一定速度で駆動されている。一方、冷却を要する潤滑油や清水などの熱量は、機関や機器の負荷状態によって変動するが、一般にポンプは最大値に余裕を加えた容量が選定され、なおかつ常に冷却器に最大流量を供給している。回転数をインバーターにより可変速化し、放熱量に見合った所要冷

却水量を供給する可変量ポンプは有効な省電力対策となる。

具体的には、主機関の冷却水ポンプを駆動するモーターをインバーターにより可変速化し、主機関の負荷にかかわらず冷却水出入口の温度差が一定となるように制御する方法や、複数の補機関用冷却水ポンプを駆動するモーターをインバーターにより可変速化し、補機関の運転台数にかかわらず吐出圧が一定になるように制御することによって、燃料消費量が削減されている。同様の手法で、かつお一本釣漁船の低温活餌飼育魚倉換水用ポンプをインバーターにより可変速化し、操業による飼育尾数の減少に応じて適切な換水量にして省エネルギー化をはかるなど、広く応用が可能である。

4) 進相コンデンサーによる力率の改善

沖合、遠洋漁船に適用が可能で効果が期待できる技術である。

電気回路における電力の損失は電流の二乗に比例して減少する。交流発電では、電圧の変化と電流の変化に時間的なずれが生じるため、低電圧時に大きな電流が流れると電力のロスが大きい。そこで、時間的なずれを調整するコンデンサー（進相コンデンサー）を設置することにより、回路を流れる電流を低下させ、電力のロスを軽減させる（力率を改善する）ことができる。ただし、新造時からロスの少ない漁船では進相コンデンサーの設置による改善効果は少ない。導入に当たっては、それぞれの漁船の状況に合わせた容量のコンデンサーを選定するとともに、適切な接続方法が求められるので、専門家とよく相談する必要がある。

（4）漁具や漁労機器による省エネルギー技術

1) 低抵抗漁具

沖合、遠洋で操業する底びき網漁船で有効な技術である。

底びき網漁船の曳網時の漁具抵抗は、曳網時の主機関出力に比例するため、漁具抵抗を軽減することで省エネルギー効果が期待できる。通常、底びき網漁具の網地素材はポリエチレンが用いられている。その約4倍の強度を持つ超高強力ポリエチレン繊維を漁具の適所に用いることで、網糸の直径を細くし、さらに袖網部等漁獲に大きく影響を及ぼさないと考えられる部位の網目サイズの拡大により漁具の抵抗を低減できる。沖合底びき網漁船の一部で使用され、省エネルギー効果が確認されている。

沿岸の小型底びき網では、一般に遠洋・沖合底びき網より網地に細い糸を使用しており、これより細い適当な径の超高強力ポリエチレン繊維の入手が困難なため、現段階では沖合底びき網漁船のような低抵抗漁具の適用は困難である

が、袖網等漁獲に影響の少ない部分の網目を大目化する等の方法で、抵抗を減少させる余地があるものと思われる。

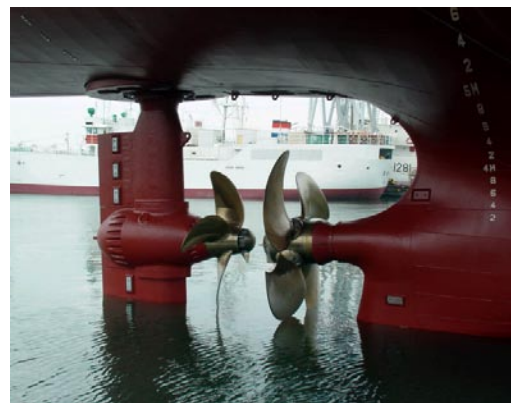
2) 油圧ポンプの運転と油圧システム

沖合底びき網漁船をはじめとして、多くの漁船ではウインチ等の漁労機械の動力源となる油圧ポンプを主機関で駆動している。これらの油圧システムは、定容量型ポンプと定容量型モーターを組み合わせた回路を採用している場合が多い。ポンプは主機関により駆動されるので一定量の油量を吐出するが、ウインチドラムは所要回転を得るために流量調整弁を換作し、必要油量を油圧モーターに供給する。その油量の超過分が下流にバイパスするが、このとき超過した油量が配管中を流れる際エネルギーが損失する。一般には、油圧モーターの容量に対して十分な余裕を持ったポンプが装備されているので、主機関回転数を下げてポンプの吐出量を低下することで、このエネルギー損失を減少することができる。また、油圧モーターの必要油量のみを供給する、定圧可変容量油圧ポンプシステムを採用すると、上記のエネルギー損失がなくなり、油圧システムの省エネルギー化がはかれる。

(5) 新造時に利用できる省エネルギー技術

1) 二重反転プロペラ等高効率推進システム

海外まき網漁船「日本丸」は、主機関駆動のプロペラと、舵に取り付けた電動モーター駆動のプロペラを対向して取り付けた、タンデム型推進装置を装備している。これは、二重反転プロペラ的一种で、主機関で駆動するプロペラで生じる回転流を後ろのプロペラで回収することにより、推進効率が向上することが確認されている。このシステムは、まき網の操業時に電気推進装置の付いた舵を回転して、船尾スラスタとして活用することもできる。今後、航走時、操業時におけるタンデム推進の使用方法的確立と、メンテナンスコストの解明等が、実証試験における課題である。



二重反転プロペラ推進装置

2) 主機関の二段減速

航走時と曳網時で負荷が異なる底びき網漁船や、空荷と満載時の差が大きい定置網漁船等では、固定ピッチプロペラの場合、機関がトルクリッチにならない

いようにプロペラを設計している。機関に二段減速を採用し、航走時と曳網時（あるいは満船時）の推進抵抗に合わせた回転数を選択できるようにすれば、高価な可変ピッチプロペラを導入しなくても、過負荷を避けて機関の性能が最大限に引き出せるとともに、効率の良い運転ができ、省エネルギーにつなげることができる。

3) 安価なC重油やACブレンド油による省コスト化

A重油に比べて価格の安いC重油（価格は我が国では平均的にはA重油の80%程度）をそのまま、あるいはA重油と混合してACブレンド油として使うことで、省コスト化が見込まれる。C重油は原油からガソリンや灯油、軽油留分を精製したあとの残り、原油の種類や精製方法等による性状のバラツキが極めて大きい。また、粘度が高いため燃料を加熱する設備が必要となり、不純物や夾雑物が多く、使用にあたっては遠心清浄機等で取り除かねばならない。これらにエネルギーを要することに加え、A重油に比べCH比が高いことから二酸化炭素の排出量が増加する。さらには、排気中のNO_xや硫黄酸化物(SO_x)、粒子状物質等の有害物が増加することにも留意する必要がある。

機関の発停時や低負荷時にはA重油に切り替える必要があり、燃料弁をはじめ機関部品の損耗も速く進行することが予想される。内航船では500トンクラスまでC重油の使用実績があるが、機関室等の設備面から、導入の可能性は大型漁船に限られる。メンテナンスに要するコストや乗組員の労力の増加を勘案して経済性を見極めるため、大型漁船を使用した実証試験を行う必要がある。あわせて、C重油の入手ルート（ACブレンド油は一般に国内では入手できない）を検討する必要がある。

C重油の利用については、水産庁事業「魅力ある水産業のための技術開発事業」における「漁船等省コスト技術緊急実証事業」で、平成20～21年度の2年計画で実施されている。

(6) 今後さらなる検討が求められる省エネルギー技術

1) 帆装漁船

燃油の高騰問題が発生する度に、漁船に帆走設備を設け、風力を利用するアイデアが提案される。しかし、打瀬網等の特殊な漁法の漁船を除けば、これまで普及し定着した例はない。この理由として、簡易な帆走設備では操帆が煩雑になり、自動化を進めた場合は初期コストが嵩み、メンテナンスコストの増大に加え、視界が帆によって妨げられたり、甲板上が狭隘になったりするなどのデメリットが多く、省燃費化というメリットを帳消しにしてしまったためと考

える。1980年代半ばに日本財団の補助で、コンピューターによる自動制御の硬帆を装備した遠洋まぐろはえ縄漁船が建造されたが、現在も帆を使用しているかは不明である。同時期に同じコンセプトで建造された内航船は、現在では帆を撤去して運航されている。また最近、大型商船分野ではカイトセールという、凧のような装置も提案されているものの、漁船では取り扱いの煩雑さは否めない。これらの装置は何れも、相対風速と相対風向（航行中の船上における風速と風向）によっては、燃費上もデメリットとなる場合もある点にも注意を払う必要がある。特に、船速の速い小型沿岸漁船では、従来と同じ速力を風力で得ることは難しい。

最近になって、遠洋まぐろはえ縄漁船を対象に、より簡便な軟帆を用いた帆装装置が検討され、風力をより有効に活用するための最適気象航路選択システムも含め報告書にまとめられているが、導入には至っていない。しかし、化石燃料に依存しない推進装置という意味では、風力の利用も重要な研究課題である。

2) 風力発電や太陽光発電

自然エネルギーとして風力発電や太陽光発電が注目されている。漁船における新エネルギーとしての風力エネルギーの活用は、帆装用の動力源として使用する方法以外に、漁船に風車を取り付け、発電した電気でバッテリーを充電し、航海機器、漁労機器、および搭載ポンプ類と艀装機器等の直流機器の駆動電源としての使用法がある。

漁船に太陽電池を据え付ける場合、既存船では、ブリッジの上が一番の候補となるものの、既に航海用機器で占められている場合も多く、風車の場合も含めスペースの確保が課題である。

3) バイオディーゼル燃料

バイオディーゼル燃料(BDF)は、生物由来油から作られるバイオマスエネルギーのうち、ディーゼルエンジン用燃料の総称である。カーボンニュートラルの考えのもと、これを燃焼して発生する二酸化炭素は地球温暖化ガスの発生量にカウントしないため、環境にやさしい燃料と言われている。日本では主に、植物油脂である家庭や業務用の天ぷら油の廃油から夾雑物や水分を取り除いたものを原料に用いている。これとメタノールを反応させ、生成する脂肪酸メチルエステルがBDFである。製造工程で、触媒や副産物のグリセリンが完全に除去された性状が求められる。軽油と混合、あるいはBDF100%で軽油代替燃料としてディーゼル機関に使用される。しかし、軽油に対して発熱量が1割程度低いた

め燃費が劣ること、溶解力が強いのでゴムホースやゴムパッキンの膨潤、軽油からBDFに交換したときには燃料タンクや配管内の汚れの剥離によるフィルタ目詰まり等に注意する必要がある。軽油に近い良質の燃料であるが、普及には製造コストと安定的な供給の確保が課題である。

Ⅲ. 漁業種別のエネルギー消費の実態と省エネルギー効果の推定

1. エネルギー消費の実態と期待される省エネルギー効果

主な漁業種類別に、漁船に上記の(1)から(4)の省エネルギー対策技術及び、後に述べるLED漁灯と魚倉保冷温度の適正化を導入した場合の効果を推定するため、稼働実態と燃料消費実態のデータが入手できた個別の漁船について、航走時、操業時、停泊時等の稼働状況ごとに、主機関および補機関別に燃料消費量を試算した。燃料消費量および稼働状況のデータは、水研センターが現在用船して運航中、または過去に用船していた漁船の中から信頼性のあるデータが得られた、遠洋まぐろはえ縄漁船(凍結)、近海まぐろはえ縄漁船(生)、遠洋かつお釣漁船、沖合底びき網漁船、小型いか釣漁船、燃料使用量の計測をした小型一本釣漁船と小型底びき網漁船、水産庁の省エネ実証化事業を実施中の大型さんま棒受網漁船の計9隻である。

それぞれの漁船について、概要は以下のとおりである。ただし、省エネルギー効果の試算は全ての対策を実施した場合の最大値である。漁船の規模や仕様、使われ方により省エネルギー効果は大きく異なるだけではなく、すでに省エネルギー対策済みの漁船もあることを考慮し、あくまで参考として掲載した。

① 489トン型遠洋まぐろはえ縄漁船(凍結)

1航海291日で、主機関の燃料消費量503kL、補機関の燃料消費量346kL、合計849kLであった(資料1参照)。可能性のある省エネルギー対策が全て実施できたと仮定した場合の燃料消費量は615kLで、省エネルギー率は28%である。航海時間の長い遠洋まぐろはえ縄漁船では、減速航行が特に有効である。一方、減速すると航海日数が伸びるため補機関の燃料消費量が増加することに留意する必要がある。漁場滞在日数に影響しない範囲で減速航行を考える必要がある。また、船体付加物の形状や船首形状、機関部に改善の余地がある場合には、これらの改善による効果も高い。

② 149トン型近海まぐろはえ縄漁船(生鮮)

6航海、日数の合計209日で、主機関の燃料消費量233kL、補機関の燃料消費量92kL、合計325kLであった(資料2参照)。可能性のある省エネルギー対策が

全て実施できたと仮定した場合の燃料消費量は231kLで、省エネルギー率29%である。航海数の多い近海まぐろはえ縄漁船では減速航行が有効である。減速すると航海時間が伸びるため補機関の燃料消費量が増加することに留意する必要がある。漁場滞在日数に影響しない範囲で減速航行を考える必要がある。また、船体付加物の形状や船首形状、機関部に改善の余地がある場合には、これらの改善による効果も高い。

③ 499トン型遠洋かつお一本釣漁船（凍結）

4航海、日数の合計250日で、主機関の燃料消費量507kL、補機関の燃料消費量345kL、合計853kLであった（資料3参照）。可能性のある省エネルギー対策が全て実施できたと仮定した場合の燃料消費量は654kLで、省エネルギー率は23%である。航海時間の長い遠洋かつお釣漁船では減速航行が有効であるが、減速すると航海時間が伸びるため補機関の燃料消費量が増加することに留意する必要がある。漁場滞在日数に影響しない範囲で減速航行を考える必要がある。また、船体付加物の形状や船首形状、機関部に改善の余地がある場合には、これらの改善による効果も高い。

④ 349トン型海外まき網漁船

5航海、日数の合計258日で、主機関の燃料消費量1,112kL、3台の補機関の合計燃料消費量644kL、合計1,756kLであった（資料4参照）。可能性のある省エネルギー対策が全て実施できたと仮定した場合の燃料消費量は1,497kLで、省エネルギー率は15%である。航海時間の長い海外まき網漁船では減速航行が有効であるが、減速すると航海時間が伸びるため補機関の燃料消費量が増加することに留意する必要がある。漁場滞在日数に影響しない範囲で減速航行を考える必要がある。また、船体付加物の形状や船首形状、機関部に改善の余地がある場合には、これらの改善による効果も高い。

⑤ 60トン型沖合底びき網漁船2そうびき

29航海、日数の合計136日で、2隻の主機関の燃料消費量341kL、補機関の燃料消費量53kL、合計394kLであった（資料5参照）。可能性のある省エネルギー対策が全て実施できたと仮定した場合の燃料消費量は257kLで、省エネルギー率は35%である。底びき網漁船では、低抵抗漁具の採用が有効である。ただし、従来漁具使用時と機関の燃料ハンドルを同じ位置にして曳網すると、船速がアップして、結果的に省エネルギー効果が小さくなるため注意が必要である。また、船体付加物の形状や船首形状、機関部に改善の余地がある場合には、これ

らの改善による効果も高い。

⑥ 133トン型さんま棒受網漁船（さんま操業の部分のみ）

36航海、日数の合計103日で、主機関の燃料消費量192kL、補機関の燃料消費量132kL、合計324kLであった（資料6参照）。可能性のある省エネルギー対策が全て実施できたと仮定した場合の燃料消費量は195kLで、省エネルギー率は40%である。さんま棒受網漁船では、LED漁灯の活用が省エネルギー効果の発揮にとって有望な手段である。白熱灯とメタルハライド灯合計628kWを、LED漁灯86kWに換装したと仮定した場合、他の船内電力は変わらないとして、操業時に71%程度の省エネルギーが期待できる。また、減速航行の実行、改善の余地が残されている場合には船体付加物や船首形状、機関部の改善も一定の効果が期待できる。

⑦ 14トン型小型いか釣漁船

年間3,144時間の稼働で、主機関の燃料消費量は85kLであった（資料7参照）。可能性のある省エネルギー対策が全て実施できたと仮定した場合の燃料消費量は59kLで、省エネルギー率は31%である。いか釣漁船では、LED漁灯の活用が省エネルギー上有望な手段である。180kWのメタルハライド灯を、メタルハライド灯45kWとLED灯45kWの併用に換装したと仮定した場合、他の船内電力は変わらないとして、操業時に34%程度の省エネルギーが期待できる。

⑧ 7トン型小型一本釣漁船

年間1,674時間の稼働で、主機関の燃料消費量は32kLであった（資料7参照）。可能性のある省エネルギー対策が全て実施できたと仮定した場合の燃料消費量は26kLで、省エネルギー率は20%である。復航時でも、機関の負荷率は最大50%程度と推定され、次回の換装時には機関出力の見直しが必要と思われ、機関を適正な出力のものに換装することによる省エネルギー効果が大きいことが示唆された。

⑨ 9.9トン型トン型小型底びき網漁船

年間2,395時間の稼働で、主機関の燃料消費量は65kLであった（資料7参照）。可能性のある省エネルギー対策が全て実施できたと仮定した場合の燃料消費量は61kLで、省エネルギー率は7%であった。小型底びき網漁船では、漁場が近いため航走時の減速航行による省エネルギー効果は大きくはない。漁具の構成を見直し可能な範囲で抵抗を減らせば、操業時の省エネルギーにつながる可能性

がある。

小型沿岸漁船では、長期間使用した主機関を新機種に換装する場合5～10%の省エネルギーが期待できるが、省エネルギーだけを目的に換装しても採算はとれない。ちょうど換装の時期にあたる場合には有効である。

2. 既存の省エネルギー技術の評価と今後の課題

以上、漁業種類や漁船の規模別にエネルギー消費実態と省エネルギー効果の推定を行った。その結果、速力の低減をはじめとするソフト面での省エネルギー技術が、漁船の大小や種類を問わず有効であることが示された。ソフト面での対策は殆ど経費をかけずに実施が可能であるが、必ずしも現場において十分に意識され、実践されているとは言い難い。今後、後述するような、現地における関係者への説明会等を通じて積極的に現場への普及を進めて行く必要がある。

一方、船体や機関の改造や漁具・漁法に関する省エネルギー技術は、漁船の仕様により必要とする経費が大きく異なると同時に、期待される効果についても個別の漁船や漁業種類による違いが大きい。したがって、燃料油価格が大きく変動している現状では、省エネルギー技術導入の費用対効果について、一律に示すことが困難であり、このことが技術の普及・適用の妨げとなっている。今後は、水産庁等の補助事業や水研センターにおける調査事業等を通じて実例の蓄積に努め、省エネルギー技術導入の費用対効果の判定や、異なる技術の間での適否の判定について指針を作成していく必要がある。

また、今回整理した既存技術の多くは、沖合や遠洋で操業する漁船にとっては適用可能であるが、ソフト面での対策を除くと沿岸小型漁船に対しては十分なものではない。今後、沿岸小型漁船への対策技術の検討を早急に進める必要がある。

基本的には、衛星情報の有効利用や集団操業による漁場探索の効率化、まき網漁業におけるミニ船団化等を通じて、漁船の航走距離や航走時間の短縮を図り単位漁獲量当たりのエネルギー消費量を削減することが重要である。今後は、省エネルギー、省コスト技術を単独で検討するのではなく、漁船漁業の構造改革のための、収益性や乗組員の労働環境の改善、安全性の向上を目指した技術開発の一環として位置づけ、総合的に取り組む必要がある。

さらに、具体的な省エネルギー技術の導入に当たっては、個別的な技術指導や助言等、現場におけるエンジニアリング（研究開発の現場と漁業の現場の橋渡し）が不可欠であり、先に述べた現場での説明会に加えて、関係の試験研究機関や行政部門、造船所や機器や漁具メーカー、漁業団体等が連携し、人材の

育成も含めたエンジニアリングの支援枠組みを検討し構築する必要がある。

IV. 魚倉保冷温度の適正化

水産業、特に水産利用・加工業においては、水産物の衛生管理、鮮度維持、品質管理、高品質化、高付加価値化のために低温貯蔵が重要である。これまで水産物の貯蔵温度は低いほど品質管理や高品質等に有効であるとされている。しかし、貯蔵温度を下げることにより多くのエネルギーを消費することから、生産から加工流通に係わるすべての関係者にとって、その負担を増大させることとなる。特に、凍結まぐろ類は、高鮮度の商材として他の冷凍魚とは一線を画して取り扱われている。漁獲直後に急速凍結（ -55°C ）し、製品の冷凍保管も超低温（ -50°C 以下）で行われるため、漁船の魚倉内、陸上施設等で多大なエネルギーが消費される。省エネルギー化を推進するためには、水産物の貯蔵温度と品質保持等の関係を正確に把握し、水産物の適切な貯蔵温度について再検討する必要がある。

1. 冷凍装置の冷媒

平成18年の刺身マグロの国内供給量は408千トンで、そのうち凍結製品が291千トン（国産123千トン、輸入168千トン）を占めている（2006年；水産物流通統計・日本貿易統計）。マグロ類の超低温貯蔵は冷却装置の冷媒として利用されていた指定フロン（R22）によって支えられてきた。しかしながら、この指定フロン（R22）は、地球環境問題からモントリオール議定書により1996年に規制が開始され、2020年には生産を全廃することになっている。代替フロン（R134a、R404A等）はオゾン破壊係数が0であるが、地球温暖化係数が高く、排出規制措置がとられている。自然冷媒（ $\text{NH}_3 \cdot \text{CO}_2$ ）冷凍装置は従来の製品に比べて高額となり、フロン系冷媒と同程度のコストでは -45°C 以下の温度管理が困難であることから、現在 -50°C 以下での貯蔵が一般となっている漁船及び陸上施設においてその対応が緊喫の課題となっている。

2. まぐろ類の漁獲後の処理と保管

遠洋まぐろはえ縄漁船で漁獲したまぐろ類は、デッキ上で神経処理、血抜き、及びエラ・内蔵除去等の処理を行ったのち、36～48時間ほど急速凍結（エアブラスト方式）にかけられ、魚体中心温度が -55°C 以下の凍結製品となる。多くの漁船では、転載に利用する運搬船の魚倉内や冷凍コンテナ内と同様に魚倉を超低温（ -50°C 以下）に冷却し、凍結まぐろ類を保管する。まぐろ類の漁獲から水揚げまでに要する期間は、短期のもので6ヶ月、通常は12ヶ月以内とされ、

まれに18ヶ月程度になることもある。水揚げ後は様々な加工・流通ルートを経て消費者にわたる。一般に、陸上冷蔵庫での保管期間は、赤身であるメバチ、キハダなどは周年にわたり搬入されることから2～6カ月程度、脂モノであるミナマグロやクロマグロは翌シーズンまで販売されることから12カ月程度となる。いずれも超低温冷蔵庫で、概ね -50°C 以下で保管される。なお、消費地に近い超低温冷蔵庫における冷凍保管期間は脂モノも含め2ヶ月程度である。

このように凍結まぐろ類は、漁船の魚倉内、運搬船やコンテナでの輸送中、及び陸上での超低温冷蔵庫内では温度変化のない -50°C 以下で保管される。しかし、漁船から運搬船等への転載時、運搬船から水揚げし陸上の超低温冷蔵庫への移送時、市場上場時、加工時、その後の製品の輸送時や販売時において、外気に曝されることによって魚体温度が変化する。水研センターによる調査では、市場上場時に気温 18°C の外気に約3時間曝された場合、魚体中心温度が約 17°C ほど上昇することが確認されている。

3. 保管温度を上げることによる省エネルギー効果

水研センターの試算によると、凍結まぐろ類を保管する魚倉の温度を超低温(-50°C 以下)から -40°C 程度に上げた場合、燃油に換算して年間消費量の約7%の削減が見込まれる。遠洋まぐろはえ縄漁船の1航海日当たり平均燃油消費量は3.0kLである。年間稼働日数を320日、総隻数を360隻(平成19年5月現在)とすれば、遠洋まぐろはえ縄漁船による年間燃油消費量は34万5千kLになる。魚倉温度を超低温(-50°C 以下)から -40°C 程度に設定することが可能となれば、年間2万4千kLの燃油消費量が削減され、二酸化炭素に換算すると6万5千トンの排出を削減でき、地球環境問題にも貢献できる。

一方、陸上の超低温冷蔵庫では、一部の最新の省エネ型超低温用冷却装置を備えた施設を除き、冷凍保管温度を従来の超低温(-50°C 以下)から -40°C ～ -45°C に上げた場合、消費電力量は15～40%程度節減できると言われている。また、超低温用特殊包装資材を一般用に変更することも可能となり、その分コスト削減が期待できる。

4. まぐろ類の凍結保管に関する今後の検討課題

凍結まぐろ類は、超低温(-50°C 以下)で保管されている。しかし、保管温度と品質の関係について科学的根拠は必ずしも明確ではない。特に、遠洋まぐろ延縄漁船においてはまぐろ取扱関係者からの要望や凍結製品の他船との差別化をはかるために、フロン系冷媒の使用による冷却装置の性能向上と併行して、競うように冷凍保管温度の低温化が進行した。これまでの試験研究、文献等か

らは、 -40°C よりさらに低温で冷凍保管することが、まぐろ類の長期保存における品質確保の必要条件であるとの科学的知見はない。また、日本冷凍学会論文集(Vol.1 No.1-2,1984)の船内凍結マグロの陸上保管中における温度別品質保証期間(マグロ肉の変色度からみた温度別品質保証期間)では、刺身用として代表的な赤身商材であるメバチマグロの品質保証限界は、魚肉の褐変の指標であるメト化から判定して -40°C 保管で17ヶ月以上とされている。このことは、船上で通常に急速凍結したまぐろ類を魚倉・陸上施設等において -40°C 以下の温度帯で保管すれば、品質(色め)を確保できることを示唆している。なお、クロマグロ等の魚種や脂肪含有量の多寡による冷凍保管温度と品質保持との関係および漁獲してから消費までの期間(通常1年半程度)を超えた長期保管における品質への影響等については知見がないため、今後試験を進める必要がある。

現在、装備や管理技術の進歩により、日本漁船の魚倉内や陸上冷蔵庫内等ではほぼ一定の温度で冷凍保管が可能となっている。しかし、転載、水揚げおよび市場上場時等凍結まぐろ類が外気に曝されることによって温度が上昇する。生産から消費にいたる凍結まぐろ類の温度変化の実態や品質に及ぼす影響を的確に把握するためには、各工程できめ細かく温度測定を行う必要がある。また、超低温マグロおよび -40°C 程度で船上保管した凍結マグロについて仲買人等鮪取扱業者の評価を得るとともに、魚倉の保管温度の違いによる省エネルギー効果について検証する必要がある。

凍結まぐろ類の冷凍保管温度と品質との関連を把握するため、タンパク質変性、氷結晶生成、脂質の酸化およびメト化等を指標に、凍結速度や冷凍保管温度の差異、脂肪含有量の多寡、温度変動、および長期保管等の各条件下における品質への影響について研究に取り組む必要がある。なお、国内での取扱量からみた刺身用凍結まぐろ類は、①量販店等で多く取り扱われる中型メバチマグロとキハダマグロ、②赤身として代表的な大型メバチマグロ、③脂分の高いクロマグロ及びミナミマグロ、に大別されるため、今後取り組むべき試験研究の対象魚種を絞り込むことが必要であろう。

凍結まぐろ類の適正保管に関する温度管理手法の開発研究の推進にあたっては、その成果を迅速かつ的確に漁業者のみならず、凍結マグロ取扱業者(加工、冷蔵倉庫、運送等)等に提示し、生産・流通におけるシステム改善やコストの削減等業界の自助努力を促すことが重要である。また、プレスリリース等を通じて一般消費者や行政機関にも周知していく必要がある。

まぐろ類以外の魚種としては、遠洋かつお釣漁船が漁獲した凍結製品(カツオ、ビンナガのB1製品)は、まぐろ類と同様に船上および陸上において -50°C 以下の超低温で保管されている。これらについても冷凍保管温度と品質との関

係を明らかにし、適正な冷凍保管手法を開発する必要がある。また、アカイカ凍結製品は市場関係者等からの要望により、船上では -35°C 以下の魚倉で保管され水揚げされる。しかし、陸上では -20°C 以下の冷蔵庫に保管されているので、品質保持と省エネルギー化の観点からどの温度帯で管理することが最適であるか検討する必要がある。

V. LED漁灯を活用した省エネルギー技術

1. 投光利用漁業を取り巻く環境

投光を利用して操業を行う漁業のうち、いか釣り漁業及びさんま棒受網漁業では、非常に大きな光量の「集魚灯」を利用して操業が行われている。こうした「集魚灯」の利用のため、相当規模の補機を設置して(一部小型船では主機により)電力を供給している。補機等の運転には大量の化石燃料(主としてA重油)が使用されている。

昨今の漁業経営の悪化のなかでコスト削減が緊要な課題となっている。「集魚灯」に用いる消費電力の抑制により燃油コストの削減をはかるため、いか釣り漁業、さんま棒受網漁業及びまき網漁業では、船上灯や水中灯へLED(発光ダイオード)集魚灯を導入する試験が実施されている。現在の集魚灯光源の主流であるメタルハライドランプに関しては、管球内に水銀が封入されており、破損時の水銀汚染の問題がある。また、白熱灯については地球温暖化防止のため、欧州連合域内では家庭向け白熱電灯の販売を平成24年までに中止し、エネルギー効率の高い蛍光灯などに切り替える予定となっている。我が国でも、平成24年度までに全ての白熱灯について、省エネルギー型蛍光灯又はLED照明へ切替えることとしており、LED集魚灯の導入は地球環境負荷の軽減という面からも極めて重要な課題である。

なお、灯光の光源に対し生物が集まる場合、逆に離れる場合があること、光によって生物の行動を制御し漁業を行っていることから、本文では集魚灯ではなく、漁灯を使用する。

2. LED漁灯導入試験への取り組みの経緯と現状

さんま棒受網漁業では、平成16年度から17年度に民間企業が国庫補助金を、平成18年度からは国庫補助金を利用して漁業者自らがそれぞれ主体となって導入試験を実施した。大型のさんま棒受網漁船では、白熱灯を集中配光型LED灯(狭い照射範囲内に光を集中したLED灯)に、またメタルハライド灯を拡散配光型LED灯(照射範囲を広げ、光を拡散したLED灯)にそれぞれ換装して操業試験を行い、燃油消費量を2~4割削減しつつ、同規模の他の漁船とほぼ同等

の漁獲が得られることがあった。小型さんま棒受漁船においてもほぼ同様の結果が得られている。これらの結果を受け、平成 20 年度には大型および小型のさんま棒受網漁船とも、集中配光型 LED 灯から拡散配光型 LED 灯に全面的に換装して操業試験を行い、拡散配光型 LED 灯を使用した方が、従来とほぼ同等の漁獲を確保できることが確認された。また、漁灯用に搭載された補機の小型化・削減が可能であることも示唆された。

いか釣漁業では、平成 12 年度より民間企業などが主体となって国庫補助金を活用した導入試験が行われてきた。多くはスルメイカを対象としてメタルハライド漁灯から LED 漁灯に置換した操業試験、または LED 漁灯とメタルハライド漁灯を併用した操業試験が行われた。LED 船上灯の利用技術に関しては、当初の集中配光型 LED 漁灯のみ、もしくはメタルハライド漁灯の併用で実証試験が始まったが、中型・小型漁船ともに LED 漁灯のみで操業もしくはメタルハライド漁灯の併用率が低い操業試験では、当業船に比較して漁獲が減少した。そこで、さんま棒受網漁船での試験と同様に、拡散配光型 LED 船上灯へ換装して操業試験を行ったところ、夏から秋にかけて中型、小型いか釣漁船ともに従来のメタルハライド漁灯と同等の漁獲を確保しつつ燃油削減の効果が確認された。ただし、秋以降は LED 漁灯が拡散配光型であっても LED 漁灯のみ、もしくはメタルハライド漁灯の併用率が低いケースでは漁獲が減少する場合は認められた。

一方、LED 水中灯の利用技術に関しては、水研センターによる北太平洋のアカイカを対象とした昼間操業において従来のメタルハライド水中漁灯と遜色のない漁獲が得られ、現在は、夜間操業への利用技術について研究開発が進められている。また、平成 20 年 8 月から石川県水産総合センターでは、スルメイカを対象とした LED 水中灯利用技術に関する試験を開始し、LED 水中灯の光源特性や水中灯に対するスルメイカの反応行動等が明らかになりつつある。

まき網漁業のうち、東海黄海や日本海等の投光の使用が可能な海域で操業を行う漁船では、船上灯または水中灯として漁灯が利用されている。いか釣漁業およびさんま棒受網漁業に比較して使用光量が小さいため、漁灯による燃油消費量は低い水準にある。LED 漁灯の導入試験は、平成 18 年度以降国庫補助事業のほか、長崎県による補助事業として行われている。これらは、全て水中灯としての利用法が検討されている。概ね従来のメタルハライド灯やハロゲン灯と遜色のない漁獲があり、燃油削減効果も認められている。また、点滅発光等の LED 漁灯の特性を利用した場合、特定の魚種については、さらに効率的な誘集が可能との報告もある。今後は、魚種にあわせた LED 水中灯の利用法の確立、水中灯と船上灯との併用技術の構築など、より効果的に魚群の行動を制御し、

漁獲に繋げる利用技術の改善・開発が期待されている。

3. 今後の研究の方向性

投光を利用した漁業において、LED 漁灯の導入を推進するために、今後取り組むべき課題としては、①季節や水域を考慮して、漁期を通じた総合的な LED 漁灯実証試験の実施、②漁船全体のエネルギー消費構造(漁灯に使用されるエネルギー消費量を含む)の把握に必要なデータの収集、③光の波長や強度及び発光間隔等が主要な水産生物の行動に及ぼす影響の解明と、光による魚群制御技術の開発、④以上の結果に基づき、LED 光源の特性を生かした新しい漁業生産システムの開発を促進していく必要がある。

VI. 水産業における温室効果ガスの排出量推計

ポスト京都議定書の枠作りに向け、あらゆるセクターでの温室効果ガスの排出量削減が求められている。水産業においても削減対策を推進するためには、個々の削減策の効果を定量的に評価することと、そのための基礎的な情報が必要となる。水産業については、過去に漁船の燃油消費量から算出した二酸化炭素の排出量の見積もり例はあるものの、養殖業も含む漁業生産と水産加工や流通を加えた、いわゆるポストハーベスト過程を含む水産業全体としての温室効果ガス排出量は把握されていない。今後、温室効果ガスの実効ある削減のためには、まず過去の調査データから得られた情報を生かし、最新の統計データとサンプル調査から、水産業全体における温室効果ガス排出量を推定することが必要である。

水産分野において温室効果ガスの排出量を削減していくにあたっては、個々の削減策の効果を定量的に評価し、効果が見えるかたちで提示することが効果的である。ただし現状では、漁獲・流通・加工等の各過程において、どのような行為を通じて、どの程度の温室効果ガスが排出されているかは不明である。温室効果ガス削減対策の検討にあたり、漁獲から消費に至る各過程における温室効果ガス排出量の把握が喫緊の課題である。また、今後生産流通過程において投入されたエネルギー量を炭素換算にして商品に表示する「カーボンフットプリント」が導入される。消費者が商品選択時に炭素排出量がより少ない商品を選択するための情報として有効である。ただし、生産から消費までの各過程が分断されている水産物を含む多くの一次産品については、企業一社の努力で消費者に炭素排出量の情報を提供していくことは不可能である。水産物の漁獲・流通・加工等の各過程における排出実態を把握し、排出量を推計し、その結果を公にしていくことは、水産業における温室効果ガスの排出量削減対策を

実施するための基礎データとなる。水産業における温暖化ガスの排出量の推定は、平成20年度農林水産省大臣官房委託事業「農林水産分野における地球温暖化対策調査(全国調査事業)」において実施されている。その概要について以下に述べる。

農林水産分野における地球温暖化対策調査では、我が国の漁業・養殖業における燃油使用量等のデータ収集・分析及び漁業生産・保管・流通・加工に係る温室効果ガス排出量の算定方法を検討し、排出量の推定を現在行っている。試算にあたっては温室効果ガスとしては対象を二酸化炭素に絞るとともに、図1に示した産業領域別に整理して、二酸化炭素の発生量を推計している。現時点で推計をしている領域は、漁獲段階としては漁船漁業、養殖業（養鰻業、海苔養殖業、養殖餌料）である。生産地段階としては、冷凍冷蔵庫、製氷産業、加工業について発生量を推定している。また、水産物の物流過程で発生するCO₂排出量の推定については、①生産地近隣流通（漁港から漁港が立地する県内に流通する過程）、②広域流通(県間流通:産地から県外消費地市場に流通する過程)、③消費圏内流通（消費地圏での水産物流通過程）、の3つに分けて経済産業省と国土交通省が策定した「物流分野のCO₂排出量に関する算定方法ガイドライン」における「改良トンキロ法」を採用して試算を行っている。今後も推計作業を継続させ、未推計領域、二酸化炭素以外の温室効果ガスの発生量推計についてもさらに精度を高めていくことが重要である。

今後の研究課題としては、二酸化炭素以外の温室効果ガスの発生状況についても視野に入れる必要がある。また、ライフサイクルアセスメントの視点に立ち、水産関連分野における未実施分野(例えば、①魚箱産業、②トレー産業、③魚網、FRP漁船の廃棄処理過程、④水産加工業から排出される残滓の廃棄処理過程、⑤量販小売店など流通末端産業群から排出される残滓の廃棄処理過程、等)についても発生量を推計し、水産分野における温室効果ガス削減対策の基礎資料として取り纏めていく必要がある。

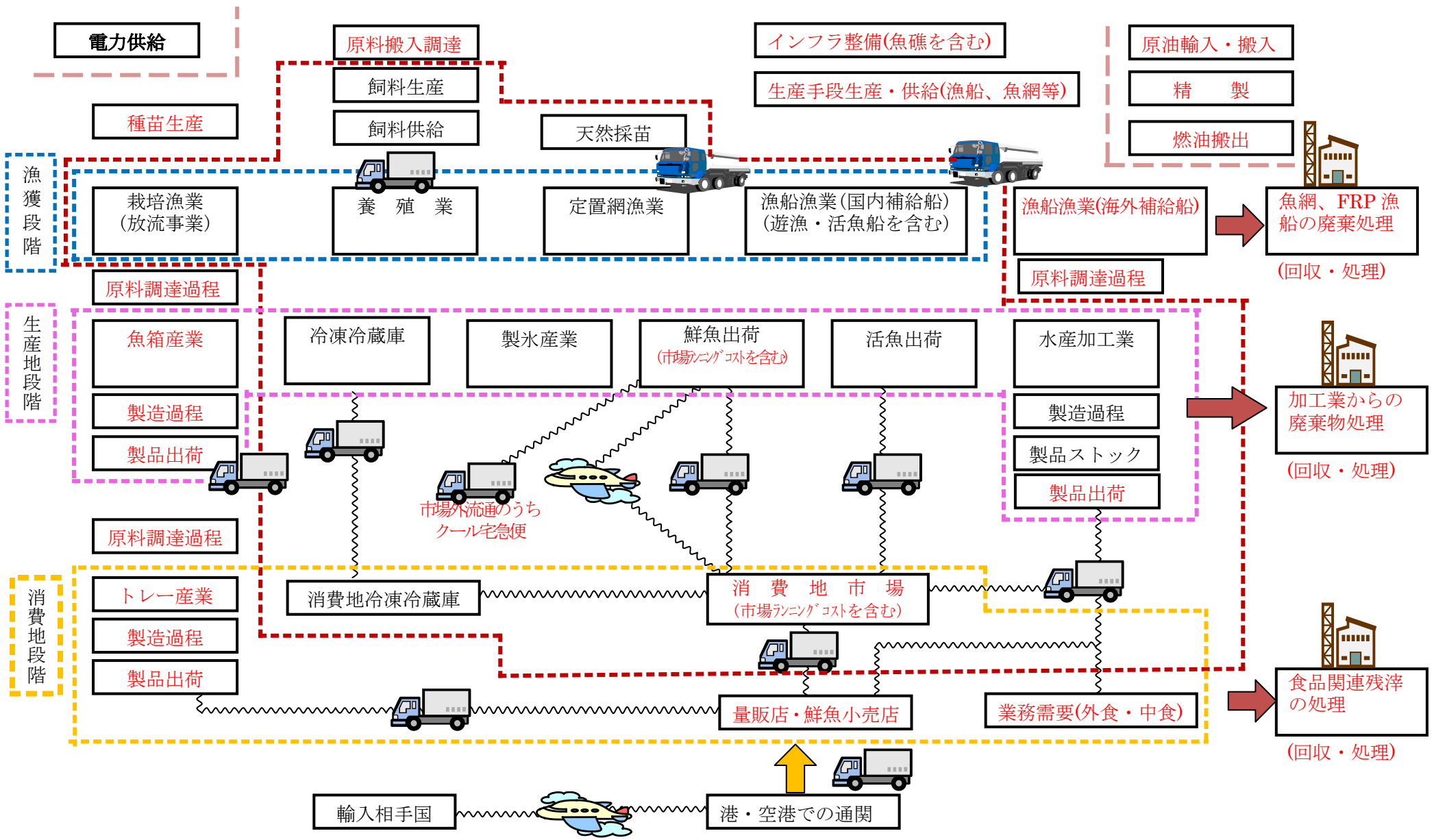


図1. 農林水産分野における地球温暖化対策調査(全国調査事業) 調査対象範囲図
 黒字部分：現在推定が行われている領域、赤字部分：今後推定しなくてはならない領域

Ⅶ. 提言－水産業の省エネルギー化に向けた今後の取り組み

水産業は、自律的に更新が可能な生物資源を対象とした海洋産業であり、本来持続的な維持・発展が可能なものである。これをエネルギー消費の観点からも石油等の化石燃料に過度に依存しない省エネルギー型、低炭素消費型の産業構造に転換していくことが、わが国水産業の競争力を高め、将来にわたって国民への安全・安心な食料を安定的に供給していく体制を築く上で重要な課題である。

このためには、当面は現時点でも適用可能な省エネルギー技術の積極的な普及を図り、燃油消費の低減をはかる一方、水産業におけるエネルギー消費（CO₂排出量）の実態をはかる必要がある。その上で、当面の課題の解決や中長期的視点に立った研究開発を適切に推進し、その成果を逐次水産業の現場へ導入するとともに漁業地域に普及させて行くことが肝要である。すなわち、国及び都道府県行政、試験研究機関、関係団体及び企業等との連携により、Plan（エネルギー消費実態の把握、見える化）、Do（既存対策技術の普及・導入）、Check（技術導入効果の評価）、Action（既存対策技術の改善、新規技術の開発、普及・導入の徹底）のADCPサイクルにしっかりと乗せて取り組むことが必要である。

1. 省エネルギー技術の普及・実用化へ向けた取り組み

（1）現地説明会の開催

ソフト、ハードの両面で、既に適用が可能な技術が存在するにもかかわらず、漁業現場に十分に普及していない。そこで、当面は、今回の研究会を通じて整理作成されたパンフレットを用い、水産庁、都道府県、関係団体及び水研センターが連携して、漁業関係者を対象に既存技術の活用についての現地説明会を順次開催し、既存の省エネルギー技術の実際と期待される効果、漁業種に応じた適否等について、周知をはかる必要がある。

（2）技術的な支援体制の構築

中・長期的には、漁業現場において個別のニーズを把握し、その技術的な問題点を分析し、必要に応じて適切な試験研究機関等へ繋ぐ等の現場でのエンジニアリング体制（研究開発の現場と水産業の現場との橋渡しの仕組み）を構築することが必要である。具体的には、上記の現地説明会の実施状況を踏まえ、普及にあたって水産庁、水研センター、都道府県、関係団体等の間での役割分担と、パンフレットの拡充を含めた普及資料の作成・充実、現場での直接的な対応に当たる人材の育成等について、予算措置等を含めた枠組みを検討・構築していく必要がある。

2. 今後の研究開発の方向性

(1) 当面の課題

現在、水産業の経営は厳しい環境下にあり新たな投資をすることが困難である。したがって、水研センターが中心となり、都道府県や関係機関・団体等とも連携しつつ、既存の漁船に対して適応可能な技術開発をはじめとして、当面、以下のような研究開発を重点的に進める必要がある。

1) 水産業におけるエネルギー消費実態の把握

現状では、漁船漁業において水研センターが用船した民間漁船等で燃料消費の測定事例があるに過ぎない。漁船漁業については、水産庁等の補助・助成事業等の実施事例を対象に実態把握を進める。また、養殖業や水産物加工、輸入水産物を含めた水産物の輸送・流通・保管等の過程におけるエネルギー消費やCO₂排出の実態についても、他の産業分野での事例も参考にしつつ算定方法を確立し推定を行い、水産業における省エネルギー対策とCO₂排出対策の基礎資料として整備する。

2) 既存技術の高度化・安定化と技術導入の費用対効果の判別指針の策定

船体付加物や船首形状の改善技術、機関部の改善技術は、一定の経費を必要とする一方で、現時点においては、その効果については船や漁業種類による差異が大きい。このため、水産庁等の補助・助成事業等での実証試験や技術導入事例におけるデータを収集するとともに、模型船による水槽実験や数値実験を通じて、改造技術の高度化・安定化をはかる。また、各種実験と実船改造のデータとの比較により改造効果の予測手法を開発し、対策技術導入に当たっての費用対効果の判別指針の策定を行う。

また、現状では沿岸小型漁船へ適用可能な対策は速度の低減や重量軽減等のソフト面でのものに限られている。各種の実証試験や技術導入事業での実施結果や模型実験や数値実験等を通じて、ソフト対策の適用に当たっての漁業種類の具体的な指針を検討・策定する。加えて、漁業種類や使用目的及び使用海域に応じた、船体サイズ、船型、装備（漁労機器）、機関形式及び出力等について、安全性や作業環境も加味したバランスの取れた漁船像を提示する。

3) LED漁灯利用技術の確立

既に、いか釣漁業、さんま棒受網漁業、まき網漁業で一定の成果を上げつつあるが、従来型の漁灯と遜色のない漁獲を達成するためには、LED漁灯に対する対象生物の応答特性を把握した上で、効果的な使用法や配置等について明らかにする必要がある。このため、都道府県や関係機関と連携して実証試験を推

進するとともに、LED漁灯の対象生物に対する蝟集効果についての行動生理学的研究を並行して行い、その結果を、随時実証試験にフィードバックすることにより、既存の漁灯との適切な併用方法を含め、漁業種類、海域、季節等に応じた効果的なLED漁灯の使用方法を提示する。

なお、従来、漁業資源管理の観点から、我が国の漁業全体としては火光利用による集魚を制限してきた経緯がある。LED漁灯の活用が、適正な漁獲努力量水準の超過に結びつかないように、漁業資源管理面からの検討も必要である。

4) 適正冷凍保管温度についての科学的検証

現在、超低温（ -50°C 以下）で冷凍保管されているカツオ、まぐろ類の冷凍保管温度を上げることは省エネルギー効果が大きいですが、保管温度の上昇が品質に及ぼす長期的な影響は必ずしも明らかでない。また、流通過程における商慣習や消費者の反応にも留意する必要がある。そこで、カツオ、まぐろ類を対象に冷凍保管温度と長期的な品質変化の関係を明らかにし、省エネルギーと商品価値の両面から、適切な冷凍保管温度を明らかにする。また、流通過程における温度管理の実態や製品温度の変化の実態をアンケート調査等により把握し、それが品質に及ぼす影響を評価した上で、省エネルギー対策と商品価値や現行の流通体制の各面からみてバランスの取れた冷凍保管温度の設定値について提示する。

さらに、カツオ、まぐろ類以外の水産物の冷凍保管温度の実態についても調査し、将来の水産物全体の物流の省エネルギー化、低炭素化を検討するための基礎資料を収集する。

(2) 中・長期的な課題

水産業を省エネルギー型、低炭素消費型の産業構造に転換し、わが国水産業の産業競争力を高める観点から、また、水産業の幅を広げて新規の雇用を創出し、沿海、離島地域の基盤的な産業としての再生をはかるため、中長期的には、水研センターを軸とした水商工連携の下、既存及び現在開発中の技術をベースに、以下のような研究開発を進める必要がある。

1) 再生可能エネルギーの開発と利用

①自然エネルギーの複合利用技術の開発：

漁村及び離島地域において、漁港等の水産基盤施設、加工・保蔵施設、さらには後背集落への電力供給元として、風力、太陽光、海・潮流発電の導入と、これらの複合利用を含めた効果的な供給・利用体系を検討する必要がある。

②地域におけるバイオマス資源の循環利用技術の開発：

水産廃棄物、海藻・海草等の水産バイオマスを利用したバイオディーゼル燃料（BDF）の生産をはじめとして、地域における地産地消型バイオマス資源の循環利用技術を開発する必要がある。

③漁業・養殖業生産への再生可能エネルギー供給技術の開発：

上述の自然エネルギーやBDF等を、地域の漁業・養殖業生産で直接的に利用可能とするよう、生産側と供給側の技術と体制を整備する必要がある。

2) 低炭素消費型漁業・養殖業生産体制の構築

①「安近短」な漁業生産体制の構築：

我が国周辺の天然漁場及び人工造成漁場（中層及び底層の魚礁域）における魚群分布情報や海洋情報のモニタリングとデータベースの構築、数値モデルによる漁場形成予測と情報配信技術の高度化をはかる必要がある。また、人工漁場造成や漁場環境整備については、魚群の蝟集及び資源培養効果が期待される海域を対象に積極的にこれを推進する必要がある。これにより、我が国の沿岸から沖合に漁場を固定的に形成することが可能になり、漁船漁業における漁場探索を含めた操業コストの削減と生産の安定化に加え、海上労働の安全性の確保の面でも効果が期待される。

②確度の高い漁場予測モデルの開発：

船団方式から単船化による省エネルギー、省コスト化が行われている。一般に、単船操業の場合は、船団方式に比べて対象魚種の探査能力の低下が大きなネックとなっている。いかに効率的に漁獲対象とする魚群を探索できるか、省エネルギー上重要な課題である。現在、浮き魚類等を含めた生態系を表現する数値モデルの精度が極めて高くなっている。また、衛星情報の活用による海況予測モデルの精度も同様に精度が向上し、大型クラゲの出現予測にも利用されている。「安近短」な漁業生産体制の構築とともに、確度の高い漁場予測モデルの開発を積極的に推進し、探索に要するコストを削減し、計画的生産に基づく生産システムによる省エネルギー化をはかるべきである。また、漁場予測モデルの予測を検証するための無人航空機による漁獲対象魚群のリアルタイムモニタリングシステムの技術開発についても検討すべき課題である。

③省エネルギー・省コスト型漁船（スーパーエコ漁船）の開発：

将来必要となる既存漁船の代替に備え、上述の再生可能自然エネルギーの利用（電機、ハイブリッド推進）、船型や機関、装備等における徹底した省エネルギー

ギー・省コスト化、上述の各種漁場情報の利用・分析能力を備えたスーパーエコ漁船の建造・運用技術を開発する必要がある。また、単一魚種を対象とした操業だけでなく、複合的多目的な漁船（兼業船）を造り、リスク分散をはかることも検討し、設備が周年有効利用される生産構造に転換し、設備の効率的利用による省エネルギー化を推進する必要がある。

洋上における運搬システムの構築による省エネルギー化も検討する必要がある。例えば、さんま棒受け網漁船では、各船が漁獲したさんまを市場に搬入するが、洋上における運搬システムを構築することにより、大幅な省エネルギー化をはかることができる。

④養殖業の省エネルギー・省コスト化のための技術開発：

既存の養殖生産過程における、飼育水槽の保温能力の改善、自動給餌、自動取り上げ装置の導入等による省エネルギー・省コスト化をはかる必要がある。また、上述の再生可能エネルギーの直接的な利用技術の開発や、利用にとって好適な養殖生産の場所や形態（例：係留式／洋上浮体式の沖合養殖、陸上養殖等）について検討し、所要の技術開発を行う必要がある。

なお、給餌養殖における使用餌料を減らすための餌料の改良及び成長性に優れた品種の作出、資源バイオマス（海藻・草等）生産との複合による環境負荷の低減（回収）対策を並行して進める必要がある。

3) 低炭素消費型シームレス流通体制の構築

適正冷凍保管温度についての科学的検証結果を背景に、生産から加工・消費までの一貫した低炭素消費型冷凍水産物の流通・保管体制構築のための技術的課題を検討し、その解決をはかる必要がある。

この際、流通業界や消費者の理解が不可欠であり、流通業界等と連携した実証試験、例えば自動車や航空機による輸送を鉄道や船舶による輸送への代替（モーダルシフト）や市場から鉄道や船舶へ集荷するためのミルクラン等の実施等を通じて、課題の検証とシステムや要素技術の改善を進めていくことが必要である。また、他産業の物流システムとの連携・協同にも配慮する必要がある。

水産業エネルギー技術研究会委員

委員長 井上 潔 独立行政法人水産総合研究センター
酒井 久治 国立大学法人東京海洋大学
濱田 武士 国立大学法人東京海洋大学
福田 裕 独立行政法人水産大学校
駒井 啓一 財団法人省エネルギーセンター
木上 正士 社団法人大日本水産会
青柳 広次 全国漁業協同組合連合会
長島 徳雄 社団法人海洋水産システム協会
和田 時夫 独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所

事務局

馬場 徳寿 独立行政法人水産総合研究センター
渡部 俊広 独立行政法人水産総合研究センター

水産業エネルギー技術研究会エネルギー利用適正化作業部会委員

委員長 酒井 久治 国立大学法人東京海洋大学
矢野 京次 社団法人海洋水産システム協会
近藤 好樹 社団法人海洋水産システム協会
駒井 啓一 財団法人省エネルギーセンター
青柳 広次 全国漁業協同組合連合会

事務局

小田 健一 独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所
廣川 純夫 独立行政法人水産総合研究センター開発調査センター
田坂 行男 独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所

水産業エネルギー技術研究会 LED 導入推進研究作業部会委員

委員長 長島 徳雄 社団法人海洋水産システム協会
稲田 博史 国立大学法人東京海洋大学
四方 崇文 石川県水産総合研究センター
小河 道生 独立行政法人水産総合研究センター開発調査センター

事務局

小河 道生 独立行政法人水産総合研究センター開発調査センター
越智 洋介 独立行政法人水産総合研究センター開発調査センター

水産業エネルギー技術研究会水産物適正温度管理設定作業部会委員

委員長 福田 裕 独立行政法人水産大学校
高羽 靖則 東洋冷蔵株式会社
山上 伸一 株式会社前川製作所
土屋 和 日本かつお・まぐろ漁業協同組合
小谷 幸敏 鳥取県産業技術センター
松元 要 新洋水産有限会社

事務局

村田 昌一 独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所
田坂 行男 独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所
平岡 芳信 独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所
廣川 純夫 独立行政法人水産総合研究センター開発調査センター

主な漁業種類毎の燃料消費量と省エネルギー効果の推定

漁船に省エネルギー対策を実施した場合の効果を推定するため、稼働実態と燃料消費実態のデータが入手できた個別の漁船について、主な漁業種類別に、航走時、操業時、停泊時等の稼働状況ごとに、主機関と補機関の燃料消費量を推定し、省エネルギー対策を実施した場合の効果を試算しました。次ページ以降に示した省エネルギー効果の試算は、全ての対策を実施した場合の「最大値」の目安です。

数値の入力が困難な場合は、セルの色だけで示しています。緑色は概ね5%以上、水色は概ね5%以下を、赤は逆に燃料消費量の増加を、白は該当しないことを示します。漁船の規模や仕様、使用状況により省エネルギー効果は大きく異なる場合があります。なお、既にバルバスバウなどの省エネルギーのための設備を有している漁船については、黄色で示す該当項目「設備が該当すれば効果有」については、省エネ効果はありませんのでご注意ください。



資料1. 489トン型遠洋まぐろ延縄漁船(凍結)

		489トン型遠洋まぐろ延縄漁船(凍結) 1航海291日																	
		主機関									補機関								合計
		往航	漁場滞在中				停泊	復航	小計	往航	漁場滞在中				停泊	復航	小計		
			投縄	揚縄	適水移動	漂泊					投縄	揚縄	適水移動	漂泊					
稼働時間(h)		542	973	2,339	1,357	0	0	761	5,971	589	973	2,339	1,360	876	216	823	7,176	13,147	
燃費(L/h)		139	134	8	134			127		37	52	52	52	52	32	37			
燃料消費量(L)		75,175	130,155	19,471	181,574	0	0	96,789	503,164	21,690	50,236	120,810	70,271	45,250	6,976	30,552	345,785	848,949	
漁場滞在中の小計(L/h)				331,200								286,567							
省エネ対策後(L/h)		42,074	76,083	12,108	101,623	0	0	56,578	288,466	21,194	38,335	92,189	56,304	34,530	5,323	24,013	271,889	560,355	
省エネ効果(%)		44%	42%	38%	44%			42%	43%	2%	24%	24%	20%	24%	24%	21%	21%	34%	
省エネルギーメニュー	掲載頁	省エネルギーメニューを適用した場合の省エネルギー効果の一例																	
○ソフトで対応できる省エネルギー																			
航行速度を抑えめに減速航行3%燃費減6%	2		6%					6%										-3%	
航行速度を抑えめに減速航行5%燃費減10%	2	10%			10%					-5%			-5%						
航行速度を抑えめに減速航行10%燃費減19%	2																		
積み荷の軽減等による船の軽量化(排水量5%)	3	3%	3%	3%	3%			3%											
船体や舵、プロペラを掃除する	4	10%	10%	10%	10%			10%											
可変ピッチプロペラ(OPP)を上手に使う	5	8%	8%	8%	8%			8%											
魚倉保冷温度の適正化	6										18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%		
○適切な船体の改造による省エネルギー																			
バルバスバウ	7	12%	12%	12%	12%			12%											
船体取り付型整流板	8	5%	5%	5%	5%			5%											
船体船底取り付け付加物の形状改善	9	7%	7%	7%	7%			7%											
○適切な機関部の改造による省エネルギー																			
機関の換装	10																		
発電機や補機類の主機関駆動	11																		
インバーターによるポンプ等の回転数制御	12									6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%		
進相コンデンサによる力率改善	13									1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%		
○漁具や漁労機器による省エネルギー																			
LED漁灯	14																		
低抵抗漁具	15																		

効果大 効果有 設備が該当すれば効果有 逆効果 該当せず

航海時間の長い遠洋まぐろはえ縄漁船では、減速航行が有効です。減速すると航海日数が伸びるため、補機関の燃料消費量が増加することに留意する必要があります。漁場滞在日数に影響しない範囲での減速航行を考えましょう。

資料2. 149トン型近海まぐろ延縄漁船(生)

149トン型近海まぐろ延縄漁船(生) 6航海209日																	
主機関										補機関							合計
	往航	漁場滞在中				停泊	復航	小計	往航	漁場滞在中				停泊	復航	小計	
		投縄	揚縄	適水移動	漂泊					投縄	揚縄	適水移動	漂泊				
稼働時間(h)	472	521	1,281	1,239	0	6	320	3,839	507	521	1,281	1,145	486	162	384	4,487	8,326
燃費(L/h)	100	66	4	90			109		19	21	21	21	21	13	17		
燃料消費量(L)	47,264	34,378	5,627	111,101	0	68	34,813	233,251	9,500	11,162	27,419	24,518	10,396	2,138	6,524	91,657	324,908
漁場滞在中の小計(L/h)			151,106								73,495						
省エネ対策後(L/h)	28,753	21,843	3,804	67,588	0	68	22,120	144,175	9,283	10,387	25,516	23,958	9,674	1,990	6,253	87,061	231,236
省エネ効果(%)	39%	36%	32%	39%		0%	36%	38%	2%	7%	7%	2%	7%	7%	4%	5%	29%
省エネルギーメニュー	掲載頁	省エネルギーメニューを適用した場合の効果の一例															
○ソフトで対応できる省エネルギー																	
航行速度を抑えめに減速航行3% 燃費減6%	2		6%				6%										-3%
航行速度を抑えめに減速航行5% 燃費減10%	2	10%					10%		-5%								-5%
航行速度を抑えめに減速航行10% 燃費減19%	2																
積み荷の軽減等による船の軽量化(排水量5%)	3	3%	3%	3%	3%		3%										
船体や舵、プロペラを掃除する	4	10%	10%	10%	10%		10%										
可変ピッチプロペラ(CPP)を上手に使う	5																
魚倉保冷温度の適正化	6																
○適切な船体の改造による省エネルギー																	
バルバスバウ	7	12%	12%	12%	12%		12%										
船体取り付型整流板	8	5%	5%	5%	5%		5%										
船体船底取り付け加物の形状改善	9	7%	7%	7%	7%		7%										
○適切な機関部の改造による省エネルギー																	
機関の換装	10																
発電機や補機類の主機関駆動	11																
インバーターによるポンプ等の回転数制御	12								6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%
進相コンデンサによる力率改善	13								1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
○漁具や漁労機器による省エネルギー																	
LED漁灯	14																
低抵抗漁具	15																

効果大 効果有 設備が該当すれば効果有 逆効果 該当せず

航海数の多い近海まぐろはえ縄漁船では、減速航行が有効です。減速すると航海時間が伸びるため、補機関の燃料消費量が増加することに留意する必要があります。漁場滞在日数に影響しない範囲での減速航行を考えましょう。

資料3. 499トン型遠洋かつお釣漁船

		499トン型遠洋かつお釣漁船 4航海250日航海														
		主機関						補機関						合計		
		往航	漁場滞在中			停泊	復航	小計	往航	漁場滞在中			停泊	復航	小計	
			釣り	適水移動	漂泊				釣り	適水移動	漂泊					
稼働時間(h)		442	0	2,980	0	9	493	3,923	480	227	2,980	657	275	632	5,251	9,174
燃費(L/h)		191		91		247	304		70	69	69	69	35	57		
燃料消費量(L)		84,420	0	271,080	0	2,100	149,820	507,420	33,420	15,755	205,888	45,397	9,620	35,820	345,900	853,320
	漁場滞在中の小計(L/h)		271,080							267,040						
省エネ対策後(L/h)		53,861	0	172,953	0	2,100	95,588	324,502	32,034	14,662	197,347	42,246	8,952	34,334	345,900	670,402
省エネ効果(%)		36%		36%		0%	36%	36%	4%	7%	4%	7%	7%	4%	0%	21%
省エネルギーメニュー	掲載頁	省エネルギーメニューを適用した場合の省エネルギー効果の一例														
○ソフトで対応できる省エネルギー																
航行速度を抑えめに減速航行3% 燃費減6%	2	6%		6%			6%		-3%		-3%				-3%	
航行速度を抑えめに減速航行5% 燃費減10%	2															
航行速度を抑えめに減速航行10% 燃費減19%	2															
積み荷の軽減等による船の軽量化(排水量5%)	3	3%		3%			3%									
船体や舵、プロペラを掃除する	4	10%		10%			10%									
可変ピッチプロペラ(CPP)を上手に使う	5															
魚倉保冷温度の適正化	6															
○適切な船体の改造による省エネルギー																
バルバスバウ	7	12%		12%			12%									
船体取り付け型整流板	8	5%		5%			5%									
船体船底取り付け付加物の形状改善	9	7%		7%			7%									
○適切な機関部の改造による省エネルギー																
機関の換装	10															
発電機や補機類の主機関駆動	11															
インバーターによるポンプ等の回転数制御	12								6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	
進相コンデンサによる力率改善	13								1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	
○漁具や漁労機器による省エネルギー																
LED漁灯	14															
低抵抗漁具	15															

効果大 効果有 設備が該当すれば効果有 逆効果 該当せず

航海時間の長い遠洋かつお釣漁船では、減速航行が有効です。減速すると航海時間が伸びるため、補機関の燃料消費量が増加することに留意する必要があります。漁場滞在日数に影響しない範囲での減速航行を考えましょう。

資料4. 349トン型海外まき網漁船

		349トン型海外まき網漁船 5航海258日										
		主機関					補機関					合計
		往航	操業	停泊	復航	小計	往航	操業	停泊	復航	小計	
稼働時間(h)		861	2,164	1	1,177	4,203	2,272	9,743	769	3,742	16,525	20,728
燃費(L/h)		265	260	110	273		34	39	60	37		
燃料消費量(L)		228,340	561,920	110	321,800	1,112,170	76,940	380,790	45,880	140,220	643,830	1,756,000
省エネ対策後(L/h)		136,912	561,920	110	192,950	891,893	73,748	354,363	42,696	134,403	605,211	1,497,103
省エネ効果(%)		40%	0%	0%	40%	20%	4%	7%	7%	4%	6%	15%
省エネルギーメニュー	掲載頁	省エネルギーメニューを適用した場合の省エネルギー効果の一例										
○ソフトで対応できる省エネルギー												
航行速度を抑えめに減速航行3% 燃費減6%	2	6%			6%		-3%				-3%	
航行速度を抑えめに減速航行5% 燃費減10%	2											
航行速度を抑えめに減速航行10% 燃費減19%	2											
積み荷の軽減等による船の軽量化(排水量5%)	3	3%			3%							
船体や舵、プロペラを掃除する	4	10%			10%							
可変ピッチプロペラ(CPP)を上手に使う	5	8%			8%							
魚倉保冷温度の適正化	6											
○適切な船体の改造による省エネルギー												
バルバスバウ	7	12%			12%							
船体取り付け型整流板	8	5%			5%							
船体船底取り付け付加物の形状改善	9	5%			5%							
○適切な機関部の改造による省エネルギー												
機関の換装	10											
発電機や補機類の主機関駆動	11											
インバーターによるポンプ等の回転数制御	12						6%	6%	6%	6%		
進相コンデンサによる力率改善	13						1%	1%	1%	1%		
○漁具や漁労機器による省エネルギー												
LED漁灯	14											
低抵抗漁具	15											
		効果大	効果有	設備が該当すれば効果有	逆効果	該当せず						

航海時間の長い海外まき網漁船では、減速航行が有効です。減速すると航海時間が伸びるため、補機関の燃料消費量が増加することに留意してください。漁場滞在日数に影響しない範囲で減速航行を考える必要があります。

資料5. 60トン型沖合底びき網漁船（2そうびき）

60トン型沖合底びき網漁船（2そうびき）2隻分 29航海136日												
	主機関					補機関					合計	
	航走	操業	漂泊	停泊	小計	航走	操業	漂泊	停泊	小計		
稼働時間(h)	3,334	1,363	0	38	4,736	3,334	1,279	1,014	156	5,783	10,520	
燃費(L/h)	86	38		72	72	7	18	7	8	9	37	
燃料消費量(L)	286,689	51,604	0	2,769	341,062	22,087	22,749	6,714	1,269	52,819	393,881	
省エネ対策後(L/h)	168,279	33,036	0	2,769	204,084	21,171	21,170	6,248	1,181	49,770	253,854	
省エネ効果(%)	41%	36%		0%	40%	4%	7%	7%	7%	6%	36%	
省エネルギーメニュー	掲載頁	省エネルギーメニューを適用した場合の省エネルギー効果の一例										
○ソフトで対応できる省エネルギー												
航行速度を抑えめに 減速航行3% 燃費減6%	2	6%				-3%						
航行速度を抑えめに 減速航行5% 燃費減10%	2											
航行速度を抑えめに 減速航行10% 燃費減19%	2											
積み荷の軽減等による船の軽量化(排水量5%)	3	3%	3%									
船体や舵、プロペラを掃除する	4	10%	10%									
可変ピッチプロペラ(CPP)を上手に使う	5											
魚倉保冷温度の適正化	6	8%										
○適切な船体の改造による省エネルギー												
バルバスバウ	7	12%										
船体取り付型整流板	8	5%	5%									
船体船底取り付け付加物の形状改善	9	7%	7%									
○適切な機関部の改造による省エネルギー												
機関の換装	10											
発電機や補機類の主機関駆動	11											
インバーターによるポンプ等の回転数制御	12					6%	6%	6%	6%			
進相コンデンサによる力率改善	13					1%	1%	1%	1%			
○漁具や漁労機器による省エネルギー												
LED漁灯	14											
低抵抗漁具	15		17%									
		効果大	効果有	設備が該当すれば効果有	逆効果	該当せず						

底びき網漁船では、低抵抗漁具の採用が有効です。なお、従来漁具使用時と機関の燃料ハンドルの同じ位置で曳網すると、船速がアップして、省エネルギー効果が小さくなるため注意が必要です。

資料6. 133トン型さんま棒受け網漁船

		133トン型さんま棒受け網漁船 36航海103日								
		主機関				補機関				合計
		航走	操業	停泊	小計	航走	操業	停泊	小計	
稼働時間(h)		1,609	443	420	2,472	1,609	443	420	2,472	4,944
燃費(L/h)		120	0	0	120	27	177	27	27	
燃料消費量(L)		192,276	0	0	192,276	42,960	78,278	11,214	132,452	324,728
漁場滞在中の小計(L/h)										
省エネ対策後(L/h)		122,169	0	0	122,169	41,178	20,834	10,436	72,448	194,617
省エネ効果(%)		36%			36%	4%	73%	7%	45%	40%
省エネルギーメニュー	掲載頁	省エネルギーメニューを適用した場合の省エネルギー効果の一例								
○ソフトで対応できる省エネルギー										
航行速度を抑えめに 減速航行3% 燃費減6%	2	6%				-3%				
航行速度を抑えめに 減速航行5% 燃費減10%	2									
航行速度を抑えめに 減速航行10% 燃費減19%	2									
積み荷の軽減等による船の軽量化(排水量5%)	3	3%								
船体や舵、プロペラを掃除する	4	10%								
可変ピッチプロペラ(CPP)を上手に使う	5									
魚倉保冷温度の適正化	6									
○適切な船体の改造による省エネルギー										
バルバスバウ	7	12%								
船体取り付型整流板	8	5%								
船体船底取り付け付加物の形状改善	9	7%								
○適切な機関部の改造による省エネルギー										
機関の換装	10									
発電機や補機類の主機関駆動	11									
インバーターによるポンプ等の回転数制御	12					6%	6%	6%		
進相コンデンサによる力率改善	13					1%	1%	1%		
○漁具や漁労機器による省エネルギー										
LED漁灯	14						71%			
低抵抗漁具	15									
		効果大	効果有	設備が該当すれば効果有	逆効果	該当せず				

さんま棒受け網漁船では、LED 漁灯が有効です。白熱灯とメタルハライド灯合計 628kW を、LED 漁灯 86kW に換装したと仮定した場合、漁灯以外の電力は変わらないとして、操業時に 71%程度の省エネルギーが期待できます。

