

タチウオを対象とした小型機船底びき網の曳網中の漁具形状

石黒 雄一

Configurations of small beam trawlers for the cutlassfish *Trichurus lepturus*

Yuichi ISHIGURO*

はしがき

神奈川県の小型機船底びき網漁業は、5トン未満の漁船（1艘曳）により、シャコを主要対象物として操業されている。また、この他にタチウオ、スズキ、かれい類などの魚類を対象とした操業も行われている¹⁾。近年、シャコの不漁により、その代替えとしてタチウオを対象とする操業が増加する傾向にあり、資源管理など新たな課題の発生が予想される。これまで使用されてきたタチウオを対象とした底びき網（以降、「タチウオ網」と称す）は身網の目合が6節と比較的大目で操業され、小型のタチウオを漁獲しないよう工夫されている。しかし、実際に使用されているタチウオ網は、漁業者が漁獲状況等を見ながら個々に改良して使用しているものの、その曳網中の漁具形状については、想像によって試行錯誤している状況であった。そこで、本研究は、タチウオ網の基本的な形状、特に網口高さについて模型網実験により明らかにし、今後の漁具改良・資源管理に資することを目的として行った。

方法

模型網

横浜市漁業協同組合本牧支所で実際に操業に使用されているタチウオ網（以降、「実物網」と称す）を実測し、これを基に模型網を作成した（図1）。実物網は、浮子網長12.5m、身網の目合が6節、魚取部の目合が12節である。模型網は田内の比較法則²⁾に従い、縮尺1/10、流速比0.65、目合比0.33で作製した。またビームについては、長さ10m、外径80mm、内径70mm、比重1.8（ビームは鉄製で管状になっており内部に海水が流入しない構造となっている）を基に比較法則に従い模型網用のビームを作成した。なお、本報告における漁具の長さ等は実物網換算で記載した。

模型網水槽実験

曳網中の形状を明らかにするため、上記模型網を用いて水槽実験を行った。実験は相模湾試験場の回流水槽³⁾を用い、曳網の一端を支柱（トラバース装置）に固定し、網を曳く代わりに流水中に模型網を設置することにより曳網状態を再現した。測定部位はビームの海底からの高

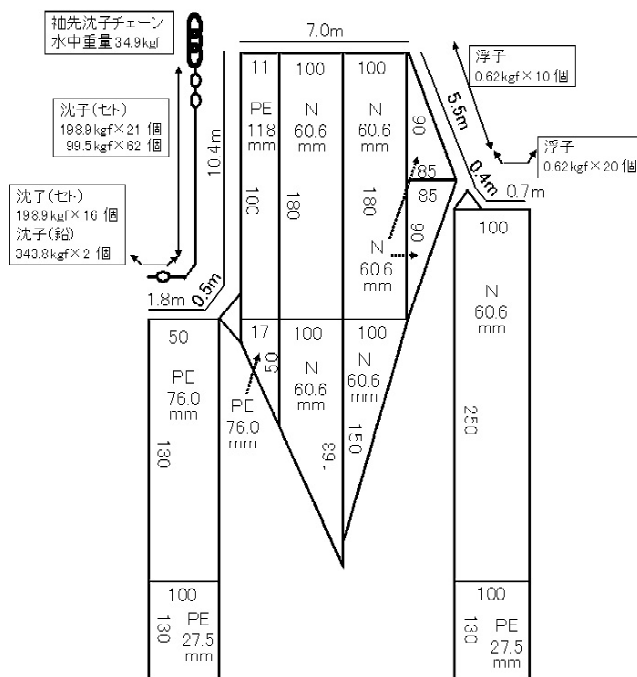


図1 タチウオ網展開図

さ（ビーム高さ）、浮子網側の袖網先端部高さ（袖網高さ）及び浮子網中央部高さ（網口高さ）の3点で（図2）、2次元デジタルカメラにより計測し、同時に正面より写真撮影を行った。変化させた諸条件は、流速（すなわち曳網速度）、曳網長さ、浮子方ペンネット長さ及びビームの比重である。曳網長さは実際の操業時にあわせて水深に対する比（曳網長さ/水深=曳網比）で表す。曳網速

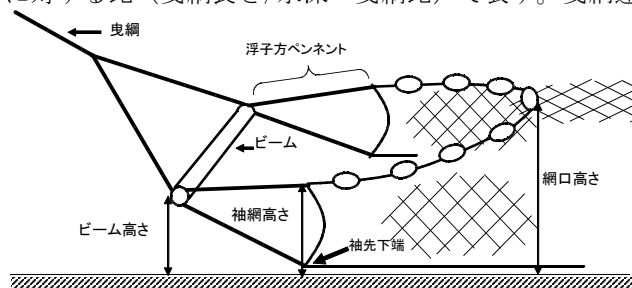


図2 模型網実験計測場所概略図

度の設定は1.5、2.0、2.5及び3.0ノットの4段階、曳網比はトラバース装置を上下に移動して曳網の支点位置を変えることにより変化させた。支点位置の高さは、流水時にビームが離底する高さから袖先の下端が離底する高さまでの範囲で上下させ実験を行った。そして実際の操業での水深を40m、曳網が曳網中は直線であると仮定して、実験中の曳網の仰角（ θ ）及び曳網と股網との連結点までの高さ（H）から水深40mであった場合の曳網の長さ（L）を計算し（ $L = (40 - H) / \sin \theta$ ）、曳網比（ $L / 40$ ）を求めた（図3）。浮子方ペンネント長さは、沈子方ペンネント長さを9mと固定して、7、8、9、10及び11mの5段階とした。また、本県の小型底びき網漁業者が使用するビームは鉄製であるが、他県では強化プラスチック（FRP）製を用いる事例がある（漁業者私信）。そこで、ビームの材質すなわち比重を変えた場合の漁具形状への影響を調べるため、ビームの比重を1.2、1.7（本県仕様）及び2.4として実験を行った。

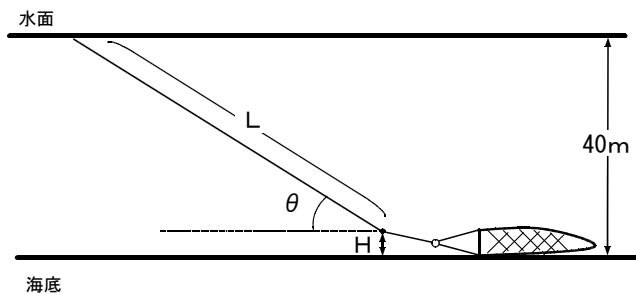


図3 曳網比の計算方法概要図

実物網調査

実物網においての曳網中の漁具形状を確認するため、ビームの両端、浮子網側の袖網先端部、浮子網中央部及び沈子網中央部に深度計（榊離合社、NEW-RMD）を設置し（図4）沈子網中央部からの各部位の高さ（ビーム高さ、袖網高さ及び網口高さ）を実測した。なお、深度計は調査終了後、同時に海底に沈めその時の深度から誤差を補正した。

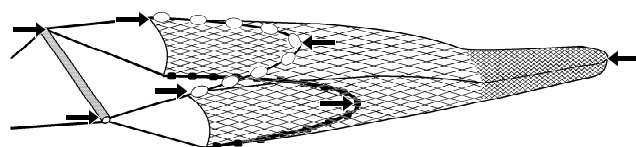


図4 実物網調査の深度計設置場所（←で示した位置）

結果

模型網水槽実験

1 曳網速度別曳網比と各部位高さ

浮子方ペンネントの長さを9m、ビーム比重を1.7（本県仕様）とした場合の曳網速度別の曳網比とビーム高さの関係を図5に示した。同じ曳網比であれば曳網速度が速いほどビーム高さが高くなり、同じ曳網速度であれば曳網比が小さいほど（すなわち曳網が短いほど）ビーム高さは高くなった。なお、一般的な操業状況である曳網速度2ノット、曳網比約4の場合、ビーム高さは4.5mであった。

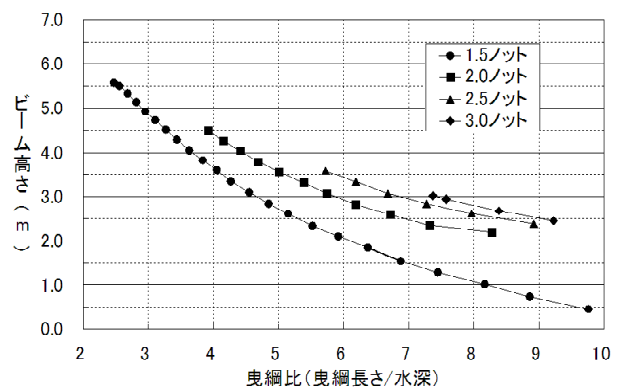


図5 曳網速度別の曳網比とビーム高さ（浮子方ペンネント9m、ビーム比重1.7）

曳網速度別の曳網比と袖網高さの関係を図6に示した。同じ曳網比であれば曳網速度が速いほど袖網高さが高くなる傾向が見られたが大きな差はなかった。また、同じ曳網速度であれば曳網比が小さくなるほど袖網高さが高くなった。なお、一般的な操業状況である曳網速度2ノット、曳網比約4では、袖網高さは4.2mであった。

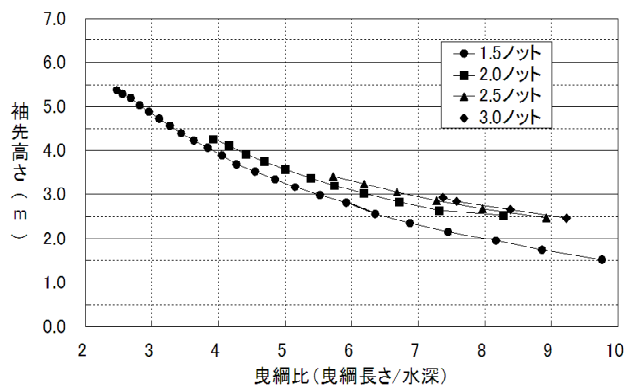


図6 曳網速度別の曳網比と袖先高さ（浮子方ペンネント9m、ビーム比重1.7）

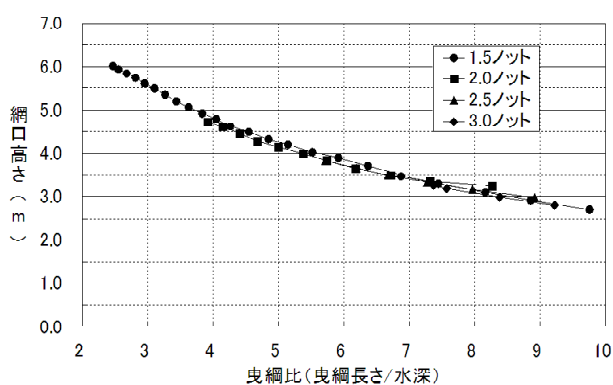


図7 曳網速度別の曳網比と網口高さ
(浮子方ペンネット9m、ビーム比重1.7)

曳網速度別の曳網比と網口高さの関係を図7に示した。同じ曳網比であれば、曳網速度が1.5ノットから3ノットまで増加しても網口高さに差はほとんど見られなかった。また、同じ曳網速度であれば、曳網比が小さいほど網口高さが高くなった。なお、一般的な操業状況である曳網速度2ノット、曳網比約4では網口高さは4.6mであった。

図8に曳網速度2ノット、曳網比4.2の時の網成り写真を示した。身網天井網部は緩傾斜で直線状に魚取部へと続いていた。一方、底網部は後部で急激に傾斜した形状となっていた。また空の魚取部はやや窄まった状態であるが、身網部の展開状況は良好であった。

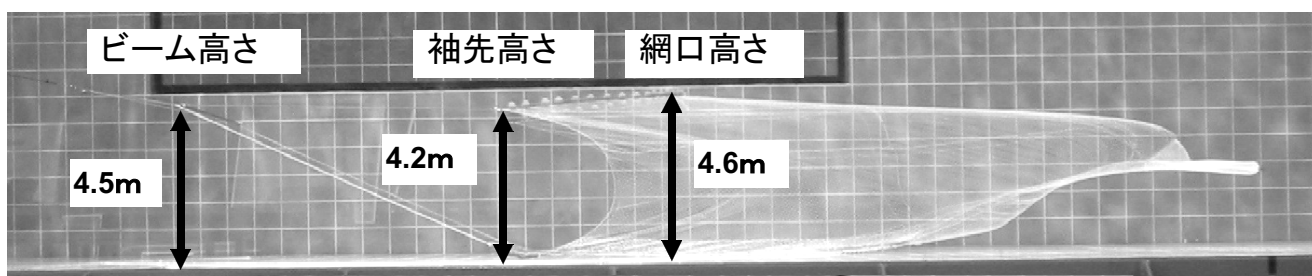


図8 曳網速度2ノット、曳網比4の模型網写真
(浮子方ペンネット9m、ビーム比重1.7)

2 浮子方ペンネット長さ各部位の高さ

通常の曳網速度である2ノット、ビーム比重1.7での浮子方ペンネット長さ各部位の関係を図9、10及び11に示した。同じ曳網比であれば、浮子方ペンネットが7mから11mへと長くなるとビーム高さは低くなった。曳

網比4.5と比較すると浮子方ペンネット7mと11mではビーム高さに約1.7mの差が見られた。袖網高さ及び網口高さは、浮子方ペンネットが7mから10mへと長くなると徐々に低くなったが11mでは9mとほぼ同じ高さであった。

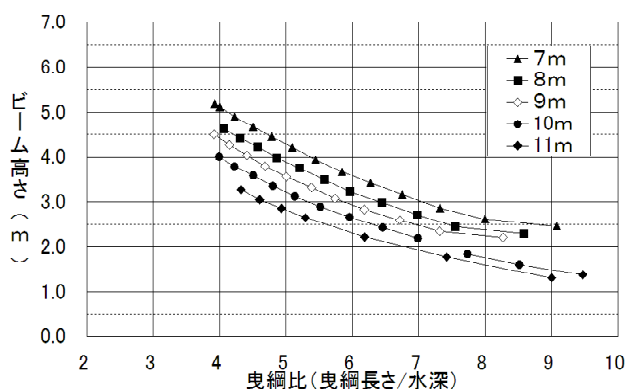


図9 浮子方ペンネット長さ別の曳網比とビーム高さ
(曳網速度2ノット、ビーム比重1.7)

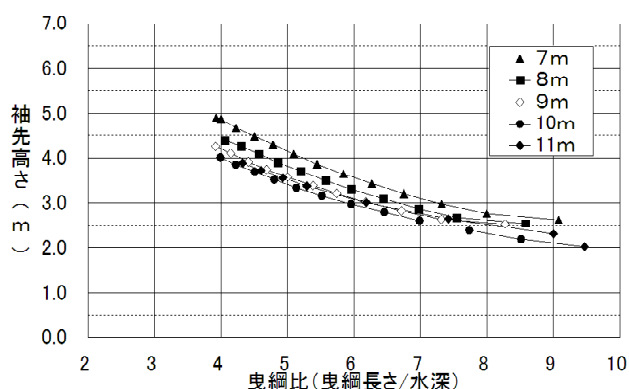


図10 浮子方ペンネット長さ別の曳網比と袖先高さ
(曳網速度2ノット、ビーム比重1.7)

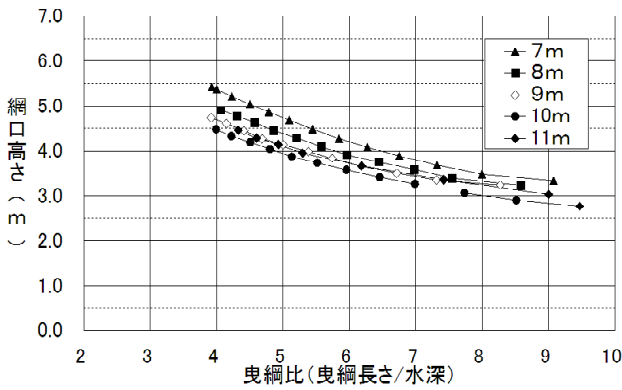


図11 浮子方ペンネット長さ別の曳網比と網口高さ (曳網速度2ノット、ビーム比重1.7)

3 ビームの比重と各部位の高さ

ビームの比重と各部位の関係を図12、13及び14に示した。ビームの比重を小さくすると同じ曳網比であれば各部位とも高くなった。例えば曳網比5、2ノットで曳網の場合、比重2.4に対し比重1.2はビーム高さが2.3倍、袖網高さが1.9倍、網口高さが1.6倍となった。また、ビーム比重1.2と2.4における曳網速度別の曳網比と各部位

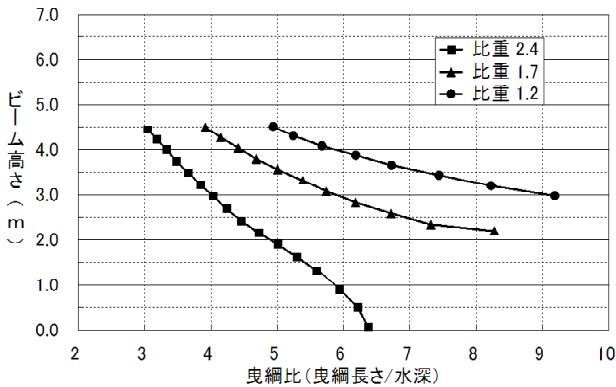


図12 ビーム比重別の曳網比とビーム高さ (曳網速度2ノット、浮子方ペンネット9m)

の高さの関係を図15に示した。比重2.4では、曳網比の変化や曳網速度の変化に対する各部位の高さの変化が大きいに対し、比重1.2では、曳網比の変化に対する各部位の高さの変化は少なく、曳網速度の変化に対する各部位の高さには差がほとんど見られなかった。ただし、網口高さに関しては、曳網速度が速くなるとやや低くなる傾向が見られた。

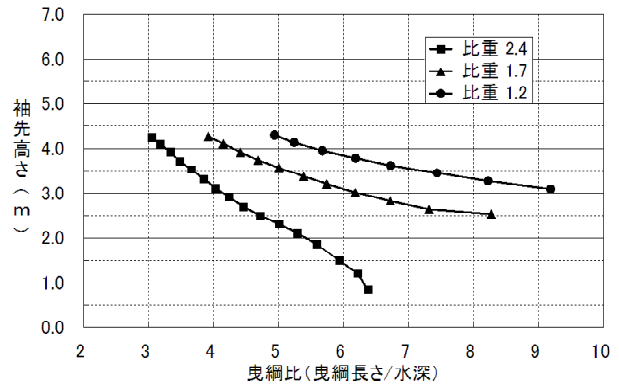


図13 ビーム比重別の曳網比と袖先高さ (曳網速度2ノット、浮子方ペンネット9m)

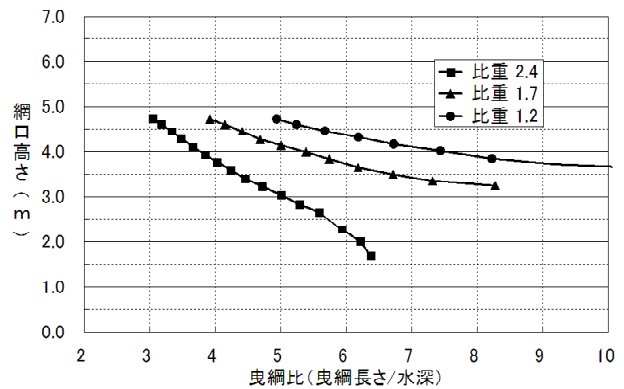
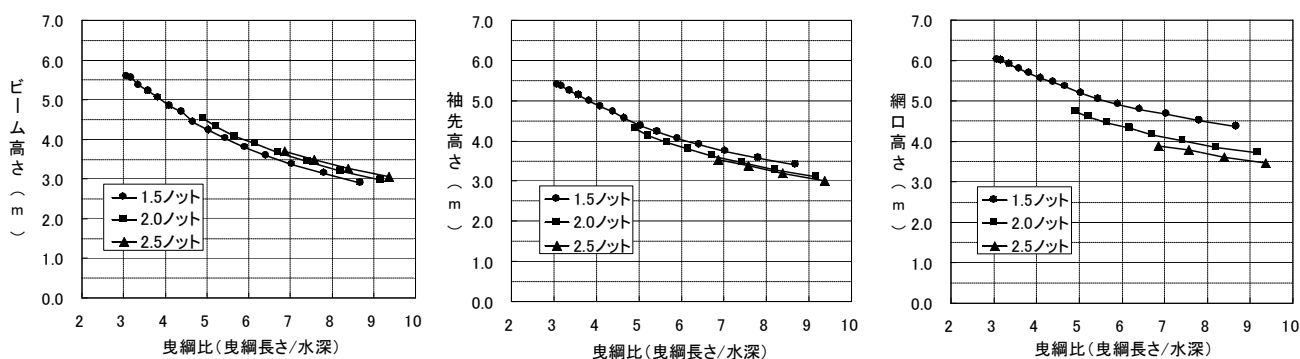


図14 ビーム比重別の曳網比と網口高さ (曳網速度2ノット、浮子方ペンネット9m)

ビーム比重 1.2



ビーム比重 2.4

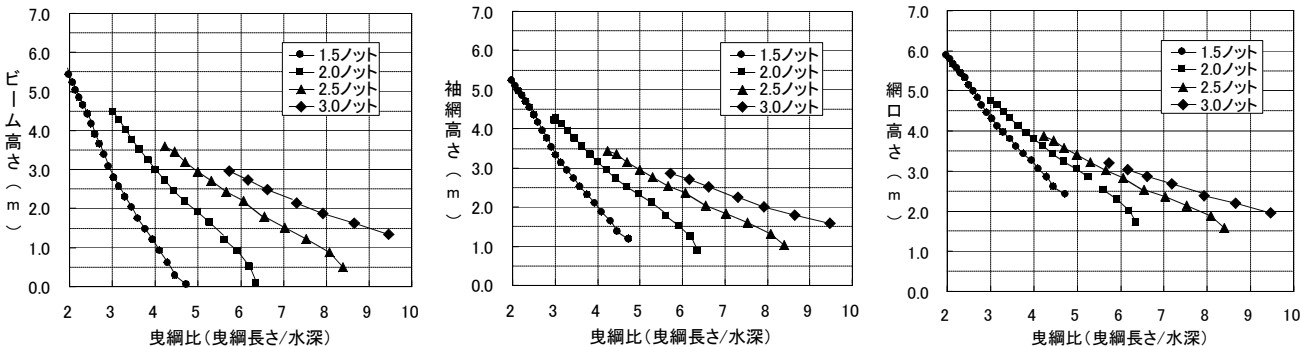


図15 ビーム比重1.2及び2.4の曳網速度別の曳網比とビーム高さ、袖網高さ及び網口高さ (浮子方ペンネント9m)

実物網調査

1 実物網の各部位の高さ

深度計による実物網での実測は、平成16年11月27日に3回、同年12月7日に2回行った。その結果のうち2例について沈子網からの各部位の高さの経時変化を図16に示した。各船とも曳網速度は約2ノット(対地速度)、曳網比は4.0~4.5程度である。11月27日の調査では、ビ

ーム高さは、ビームの両端で高さが違い、網口側から魚取部方向を見て左端は3.2~4.0m、右端は3.6~4.7mの間で推移した。袖網高さ及び網口高さは3.5m~4.0mの間でほぼ同じ高さで推移した。12月7日の調査では、図16に示したようにビームの両端の高さや左右の袖網高さに約1.5mの差があった。また網口高さの変動に比べ、ビームの高さが小刻みに変動する傾向にあった。

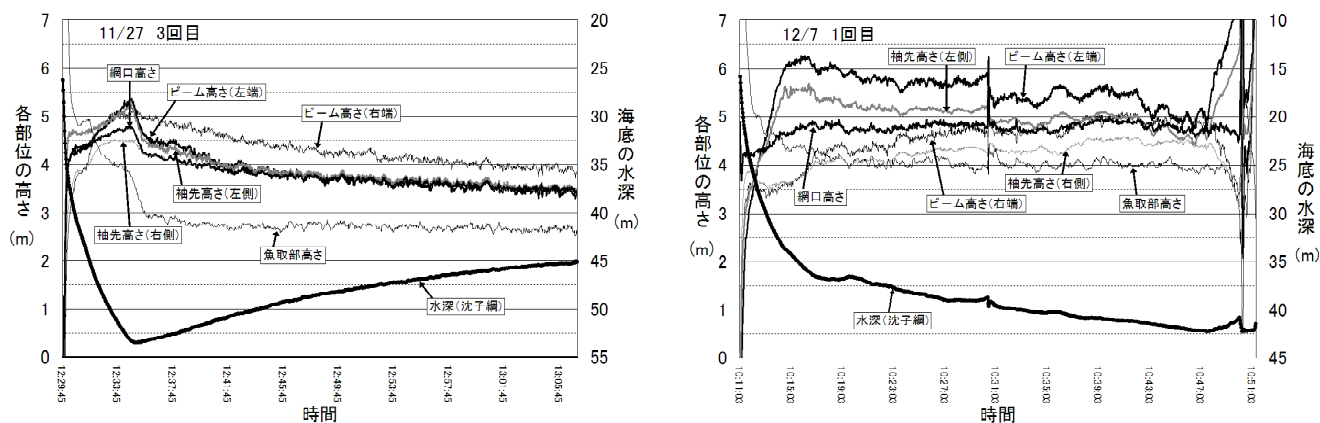


図16 実物網の操業中の各部位高さ

考 察

底びき網における漁獲性能には様々な要因があるが、網の幅、高さ、長さが重要な要素であると考えられている⁴⁾。東京湾で操業されているタチウオを対象とした小型機船底びき網は、ビームトロールであり、網口の幅に関してはビームの長さである程度決まると考えられる。一方高さに関しては浮子網の浮力、浮子網と沈子網の長さの関係、網地の構成などによって変化する⁵⁾。今回の模型網実験及び実物網調査では、現行の網では網口が約4mと高く開いていることが確認され、比較的地底から離れた位置で遊泳するタチウオなどの魚類の漁獲に適した性能であることが確認された。一方、この網口高さは、曳網の長さ、浮子方ペンネットの長さ及びビームの比重の違いによって変動し、網が離底しない程度に曳網を短くし、浮子方ペンネットを短くし、さらにビームを軽くすれば網口が高くなることが明らかになった。浮子方ペンネットの長さは操業前に決定され短くすることが可能であるが、沈子方ペンネットとの関係、特に張力が過大になると考えられ一概に短くすれば良いとも言えず、さらに検討する必要がある。曳網長さは水深が変化することによりその水深に対する比率が変化するが、操業中曳網の長さを調整することにより対応できる。ビームについては、材質を変えることにより軽量化を図ることが可能であり、今後の漁具改良の1つとして重要と考えられる。実験した比重1.2はFRP製のビームに相当し、FRPの軽いという特性を考え合わせると作業性の効率化にもつながると考えられるが、その耐久性や経済性についても検討が必要である。

一般的に、網口高さは袖先間隔やペンネットの長さなどが一定であれば、網の抵抗に反比例する⁶⁾。そして、網の抵抗は曳網速度の2乗に比例するが、今回の結果は、同じ曳網比であれば曳網速度に関係なく網口高さはほぼ一定であった。網の抵抗は、浮子網と沈子網に集積され浮子網に掛かる力は網口を下げる方向に働くと考えられているが⁶⁾、これらの知見は主にオッタートロールなどを対象としている。今回対象としたビームトロールは、曳網比、浮子方ペンネットの長さ及び曳網速度を變えることにより網口高さが変化するが、その変化の度合よりビームの高さの変化の度合が大きく、ビーム自身の沈降力（水中重量）がペンネットを通じて浮子網の張力に影響し、結果的に網口高さに影響を与えたと推察される。すなわち、ビームトロールの網口高さは、網の抵抗だけでなくむしろビームの挙動に影響を受けていると考えられ、ビームの位置を高く保つことにより網口を高く保つことができると推察され、浮子網にかかる張力とビームにかかる力について詳細に検討することにより、さらに適切な漁具構成が明らかになると考えられる。

また、FRP製のビームにすることで曳網の長さや曳網

速度の変化に対し漁具形状の変化が少なく、このことは実際の操業において漁具形状を安定させるという効果が期待された。実物網での12月7日の深度計による測定ではビーム高さに乱れが生じていた。この日は波風が強く（東京湾海上交通センターWeb: <http://www6.kaiho.mlit.go.jp/tokyowan/>）、葉室⁷⁾によれば風に逆らって曳網する場合、風や波浪などの影響により網の対水速度が乱れ、網の上下運動が生じ、さらに漁獲性能にも差が生じると述べている。このことから、ビーム比重を小さくし漁具形状を安定させることにより漁獲性能を安定・向上させることが期待できる。

最初にも述べたが、東京湾においてタチウオへの漁獲圧が高まる傾向にあることから、今後、資源管理にも十分な対策が必要になってくる。小型魚や未利用魚の不合理漁獲を防ぐ試みが網目の拡大や分離網の導入によって広く行われており、本県でもシャコを対象とした小型機船底びき網において、魚取部の目合拡大による小型シャコの保護を目的とした漁具が導入されている⁸⁾。今回対象としたタチウオ網でも、沈子網と底網の間に隙間を作ってゴミの混入を防ぎ漁獲物を傷つけないようにし、また、底生生物を漁獲しないような工夫がなされている。小川他⁹⁾によれば魚取部の目合拡大により小型のタチウオを漁獲しない試みもなされている。模型網の漁具形状を見ると、魚取部はあまり袋状に展開していないが身網部は網地が良く展開しており、また、水中カメラを実物網に取り付けての観察では身網の網目がよく開いていることが確認されている（未発表）。このことから身網部による小型タチウオの網目選択の可能性もあり、漁獲性能の向上とともに小型魚保護のための漁具改良についても今後検討する必要がある。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、横浜市漁業協同組合本牧支所の底びき網漁業者の方々には、網の計測及び調査などご協力やご助言をいただき、また、当場の石戸谷博範専門研究員には模型網の作成について指導、助言をいただき、横須賀三浦地区農政事務所水産課の石井洋普及員（現県庁水産課）には調査遂行にあたり多大なご協力をしていただいた。心より感謝する。

引用文献

- 1) 関東農政局横浜統計・情報センター（2005）：平成15年神奈川県漁業の動向、17p.
- 2) M. Tauti (1934) : A relation between experiments on model and on full scale of fishing net, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 3(4), 171-177.
- 3) 石戸谷博範（1994）：神奈川県水産試験場相模湾試験場の新設水産工学用実験回流水槽の基本設計と機

- 能について、神奈川県水産試験場研究報告、**15**、41-53.
- 4) 和田光太著 (1976) : 実用トロール漁法、成山堂書店、167-176.
- 5) 大沢要一・小山武夫・野村恒夫・森敬四郎・田原陽三・千賀和雄 (1987) : 模型網実験による曳網の漁具構成に関する基礎研究、水工研報告、**8**、187-214.
- 6) 和田光太著 (1976) : 実用トロール漁法、成山堂書店、141-143.
- 7) 葉室親正著 (1959) : 漁具測定論、槇書店、172-180.
- 8) 石井洋・小川砂郎・江川公明 (2001) : 東京湾の小型底びき網漁業におけるシャコ資源管理型漁具の開発 - I - 資源管理型漁具の開発について -、神奈川県水産総合研究所研究報告、**6**、81-88.
- 9) 小川満也・橋本章・吉村晃一・諏訪剛・向野幹生 (2005) : 多元的な資源管理型漁業の推進事業、平成15年度和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場事業報告、123-130.