

高速表層用稚魚網の試作と曳網試験結果*

林 知夫・高橋正雄・宮林 豊・福浦吉行
郷 秋雄・竹野兵馬**

広島大学生物生産学部
**日東製網
1980年10月15日 受理

New Device of the High Speed Surface Larva Net with the Result of Test Operation

TOMOYO HAYASHI, MASAO TAKAHASHI, YUTAKA MIYABAYASHI, YOSHIYUKI FUKUURA, AKIO GO
and HYOMA TAKENO**

Faculty of Applied Biological Science, Hiroshima University, Fukuyama. ** Nitto Seimo, Fukuyama.

(Figs. 1-5, Table 1)

仔稚魚を含めた大型動物プランクトンの採集について、従来数多くの研究がなされてきている¹⁾。元田²⁾によると網口逃避(net avoidance)は、ネットの構造、曳網速度、動物の感覚と反射運動などが関係する複雑な現象であり³⁻⁷⁾、ネット地の明暗^{4,8)}、昼夜による採集量^{4,9,10,11)}、ネットの口径と種類数・採集量¹²⁾、高速採集器の5ノット以下の曳航速度と採集量のちがい¹³⁾が報告されている。元田²⁾は遊泳力があり感覚の発達している稚魚やおきあみ類、あみ類では、この現象が著しいと思われ、これらのやや大型の動物プランクトンを対象とするときは、網口逃避を防ぐネットを考える必要があるとしている。

はじめ金属製保護筒中に網を入れていたガルフⅢ¹⁴⁻¹⁷⁾、ガルフⅤ¹⁸⁾等の採集器も、その後の改良型において金属円筒は安定翼を支える枠だけを残して、むしろ濾過効率がよくなり仔魚採集量も従来型より多いという結果を得ている¹⁹⁾。これら高速採集器においては、デプレッサー(潜航板)をとりつけている。

一方、海表面に近いニューストーンを採集するためのネットは、網を舷側から離すため、トロールのオッターボードの原理を使用している^{20,21)}。

特に多様な形態と生態をもつ仔稚魚の採集のためには、まずそれぞれ対象に適した採集方法を必要としよう。

「瀬戸内海の生物生産の特性に関する研究(昭和54~55年度)」において、ラジオブイをつけ漂流させるかご網タイプ採集網とともに、通常1.5~2ノットで曳網される稚魚網より高速で、船橋より監視できる範囲で曳網できる表層用稚魚網を試作した。このうち今回報告する高速稚魚網は、⊕ネットと、アイザックス・キッド中層トロール(IKMT)とともに昭和54年10月、昭和55年1月、4月、6月航海において使用した。

鹿児島県水産試験場は、社団法人瀬戸内海栽培漁業協会(現在、日本栽培漁業協会)の行った「天然ぶり仔資源保護培養実験」の一環として、ブリ仔採集用の網を試作し、調査船の舷側で、4.5ノット、2時間曳を行い、春先の薩南海域において、流れ藻の存否にかかわらず、ブリ仔を採集している²²⁾。

今回の試作に当って、鹿児島県水産試験場竹下克一部長より有益な情報をうることができた、ここに謝意を表します。

*本研究は、文部省科学研究費(444012)「瀬戸内海における生物生産の特性に関する研究」によった。

構 造

高速稚魚網を設計するに当たり、次の点に留意した。

1. 船首波の影響回避

舷側で曳網する場合、船首波等の影響は避けがたい。特に高速で曳く場合には、それが採集物に与える影響はより大きく、良好な採集が出来にくいと考えられる。これらの影響を避けるところまで網を舷側から離すため、Neuston Netに見られるよう、網の設計に当っては、トロールのオッターボードの原理を採用した。この網にとりつけるオッターボードは、従来のトロール用に常用されている揚抗比が小さくて効率が劣る横型平板とちがって、アスペクトレシオを大きくし、同時に揚抗比が大きく、効率の良い縦型の曲板を用いた^{23, 24)}。

2. 網の浮上防止

船橋より監視しうる位置で曳網するために、曳索はあまり長くないものとした。網は、船首右舷後部の水面から約4 mの所にとりつけてあるブームの先端より曳いた。しかし高速で曳く場合、支点が高く曳索が短いので、網口が浮上することをまぬがれない。この浮上防止のため、他の高速採集器と同様、デプレッサーをとりつけた。

3. 網枠の強度及び沈下防止

以上のようなオッターボードとデプレッサーを有効に働かせるために、しっかりとした網枠が必要となる。また船上などでの取り扱いも考えると、一定の強度を必要とする。海水による腐蝕、錆などを防止するため、材質にはステンレススチールを用いた。このようにして組んだ網枠の総重量は82.5kgとなった。なお、投網、揚網等の低速または停船時において、網が沈まないよう網枠上部にフロートをつけ、総浮力86 kgとした。

以上、主にこの3点に留意し設計した網は、次のとおりである(Fig. 1)。

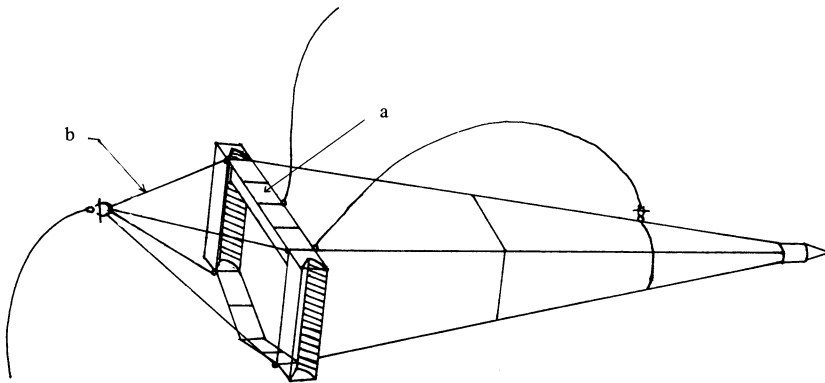


Fig. 1 Perspective drawing of the high speed surface larva net.
a: frame b: bridle

網枠を Fig. 2 に示す。横 2.1 m、幅 0.35 m、高さは端の方が約 1.45 m、中央部で 1.8 m である。両脇に幅が 0.35 m、高さが 1.32 m ある縦型曲板のオッターボード(a)をとりつけた。オッターボードには角度が調節できるようチェーン(b)がとりつけてある。デプレッサー(c)は網枠の下部中央部にとりつけてある。デプレッサーは面積の調節ができるよう、取りはずし、付け加えが可能にしてある。フロート(d)は網枠の上部にとりつけてある。網はオッターボードの内側にとりつけ、網口の枠は、横 1.5 m、高さは端の方で約 1.45 m、中央の最も高い所で 1.7 m である。

この網枠にとりつける網を Fig. 3 に示す。前部より 2.5 m が、ナイロン 210 d、24 F、8・8-90 径のもじ網、次の 2 m が N4・4-160 径のもじ網、そして最後の 2 m が N4・4-240 径のもじ網を用いた。濾水

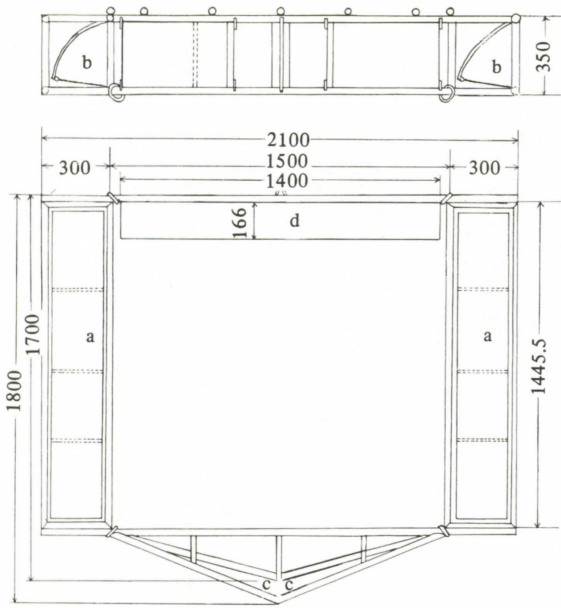


Fig. 2 Frame of the high speed surface larva net.
a: otter board, b: chain,
c: depressor, d: float.

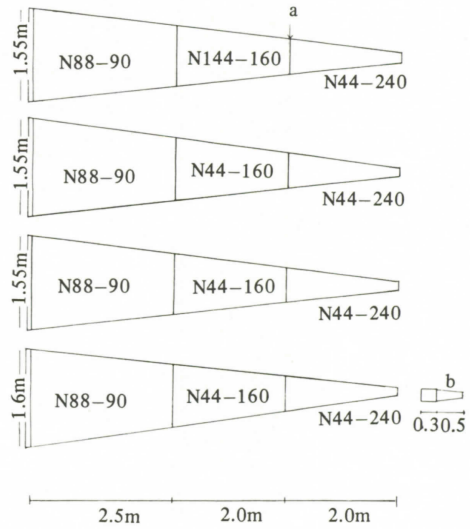


Fig. 3 Design of the high speed surface larva net.
a: ring, b: PVC adaptor

率をよくし、抵抗を少なくするため以上のような網を長くつないだ。

大型の漂流物が入網した場合、取りはずして除去できるようにするため、N4・4-160径の網とN4・4-240径の網の境の部分(a)に内径約70cmのリングを前後にとりつけこれをボルトでしめた。

コッドエンド(b)には、塩化ビニルのパイプ(長さ30cm、内径16.5cm)にゴムチューブ(長さ50cm)をとりつけピンチコックでとめ底管とした。

曳網試験結果

以上のような構造をもった網を、広島大学生物生産学部実習船豊潮丸(320トン)を使用した昭和54年10月航海で曳網試験を行った。その結果をTable. 1に示す。曳網方法はFig. 4に示すように船首から曳索を出し、ブームの先端で支持して曳いている。対水速度、舵角、曳索長をいろいろ変え、舷側から網枠までの距離を測り、進行方向と曳索とのなす角度を推定した。舵角を20°に保ち、曳索長を10.5mと13.5mにし、それぞれ3ノット、4ノットで曳網した。いづれも船首波の影響をまぬがれ、舵角20°、曳索長13.5mで3~4ノットで曳網した場合、最も舷側より離れた。網全体の傾きはブライドルの長さをそれぞれ調節することにより水平に保つことができた。曳網状態はフロート下面が水面を出入する程度で良好であった。

Table 1. Result of test operation at sea.

Speed (kt)	rudder angle (°)	length of towing line (m) L	distance from shipside to frame (m) D	angle between ship and towing line (°) A
3	20.0	10.5	6.7	20.0
3	20.0	13.5	8.0	25.0
4	20.0	10.5	6.6	20.0
4	20.0	13.5	7.6	23.5
4	0	13.5	4.5	11.5

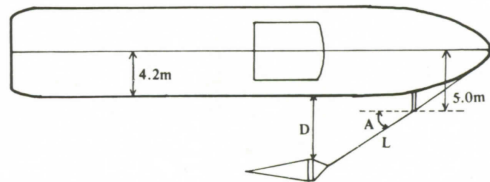


Fig. 4 Schematic drawing of the high speed surface larva net being towed.
L: length of towing line,
D: distance from shipside to frame,
A: angle between ship and towing line.

Fig. 5は昭和55年6月の研究航海で採集を行った時のものである。

投網時には、ウィンチを使用し最低3人、揚網時には、同じくウィンチを使用し4～5人で操作できる。



Fig. 5 High speed surface larva net in operation in the sea.

論 議

この高速稚魚網は3～4ノットの曳網採集では、舷側から離れ、船首波の影響もほとんどうけず、網口が海中につかかって、良好な採集状態を保つことができた。

4ノット以上の高速で曳く場合には網口が浮き上がるが、デプレッサーの角度、大きさを変え対処する余地が残されている。また網に対する抵抗の増大に対して目合の大きい網を付け加えることも可能である。理論上、網全体にかかる抵抗は4ノットで約500kg、オッターボードによる揚力が約230kgであるが、風波のある現場での瞬間的な加重を考えると、4ノット以上の速度で曳網するためには、網枠の強度をさらに高める必要があると考える。また、4ノットより高速で曳く場合、船首波による影響も大きくなると思われる。

船橋から監視できる範囲内では、これ以上網を舷側から離すのは困難であり、これらのことを総合的に判断すると3～4ノットによる曳網が妥当であろう。

CLARKE²⁵⁾は底管部にさまざまな付属物をつけ比較実験を行っている。元田¹⁾は大きなネットになると

大量の標本がコッドエンドに集まるので、傷つきやすい標本をよい状態に保つため底管部の構造にとくに注意を要するとしている。高速稚魚網による4ノット20分間の曳網採集では採集物にはほとんど損傷はみられていない。これに比べ2ノット前後で曳網したアイザックス・キッドの採集物に損傷がよく見られた。これはアイザックス・キッドのコッドエンドには底管がなく網地で終わっているため損傷をうけやすく、より高速で曳網する高速稚魚網では、この底管によって採集物の損傷が防がれていると推察される。

要 約

- 1) 調査船の舷側を3~4ノットで、船橋より常時監視しながら曳網できる、表層用稚魚網 (Fig. 1, 5) を試作した。
- 2) 網を舷側から離し、網が浮きあがらないようにするため、オッターボード、デプレッサー、フロートをとりつけたステンレススチール製の網枠 (Fig. 2) を作り、これにナイロン製のもじ網の細長い網 (Fig. 3) を取り付け付けた。
- 3) 曳網試験を行った結果 (Fig. 4, Table. 1) 船首波の影響をほとんどうけずに3~4ノットで曳網できた。4ノット20分間曳による採集物にはほとんど損傷は見られない。

引用文献

- 1) PAUL, E.S. and SALLY, L.R. : *FAO Fisheries Technical Paper* No. 175 100 pp. (1977).
- 2) 元田茂 : 海洋プランクトン, 丸茂隆三編 第1版 pp 191-225 東京大学出版会, 東京 (1974).
- 3) BERKLEY, R.A. : *J. Cons. internat. Explor. Mer.*, **29**, 146-157 (1964).
- 4) CLUTER, R.I. and ANRAKU, M. : *Unesco Monogr. Oceanogr. Methodol.*, **2**, 57-76 (1968).
- 5) MURPHY, G.I. and CLUTTER, R.I. : *Fish. Bull.*, **70**, 789-798 (1972).
- 6) SMITH, P.E. and RICHARDSON, S.L. : *FAO Fish. Tech. Pap.*, **175**, 1-100 (1977)
- 7) 田中克 : 西水研研報, **54**, 231-258 (1980).
- 8) LE BRASSEUR, R.J., MC ALLISTER, C.D., FULTON, J.D. and KENNEDY, O.D. : *Fish. Res. Bd. Canada, Tech. Rep.*, **37**, 1-13 (1967).
- 9) AHLSTROM, E.H. : *Fish. Bull.*, **56**, 82-140 (1954).
- 10) BRIDGER, J.P. : *J. Cons. CIEM*, **22**(1), 42-57 (1956).
- 11) COLTON Jr, J.B., HONEY, K.A. and TEMPEL, R.F. : *J. Cons. CIEM*, **26**, 180-190 (1961).
- 12) MCGOWAN, J.A. and FRAUNDORF, V.J. : *Limnol. Oceanogr.*, **11**, 456-469 (1966).
- 13) BERNARD, M., MOLLER, F., NASSOGNE, A. and ZETTERA, A. : *Marine Biology*, **20**, 109-136 (1973).
- 14) GEHRINGER, J.W. : *U.S. Fish and Wildlife Serv. Spec. Sci. Rep. Fisheries*, **88**, 7-12 (1952).
- 15) GEHRINGER, J.W. : *Rapp. Proc. Verb. Cons. internat. Explor. Mer.*, **153**, 19-22 (1958).
- 16) BRIDGER, J.P. : *J. Cons. internat. Explor. Mer.*, **23**, 357-365 (1958).
- 17) HEMPEL, G. : *Helgolander wiss. Meeresunters.*, **11**, 161-167 (1964).
- 18) ARNOLD, E.L. : *U.S. Fish & Wildlife Serv. Circ.*, **62**, 111-113 (1959).
- 19) NELLEN, VON W. und HEMPEL, G. : *Ber. duetsch. wiss komm, Meeresforsch.*, **20**, 141-154 (1969).
- 20) SAMEOTO, D.D. and JAROSZYNSKI, L.O. : *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **26**, 2240-2244 (1969).
- 21) MATSUO, Y., NEMOTO, T. and MARUMO, R. : *Bull. Plankton Soc. Japan*, **23**, 26-30 (1976).
- 22) 前田一己・竹下克一・野島通忠 (鹿児島水試) : 日本栽培漁業協会, 協会研究資料, No. 17, 67 pp. (1980).
- 23) 和田光太 : 実用トロール漁法, 第1版, pp 105-119, 成山堂書店, 東京 (1973).
- 24) The Technical Staffs of Fishing News International and Fishing News: *Modern Fishing Gear of the World 2*, 1st ed., 603 pp., Fishing News (Books) LTD., LONDON (1964).
- 25) CLARKE, M.R. : *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **49**, 945-960 (1969).

Summary

1) A New type of a surface larva net (Fig.1) was devised and constructed, that could be towed at a rather high speed (3–4 knots) in parallel line with the run of a ship and could also be kept within observable range throughout the operation from the bridge of the of the ship.

2) A stainless steel frame (Fig.2) keeping the mouth of the net open was designed and was equipped with a pair of otter boards, a depresser and a float, in order to keep the net in operation just beneath a water surface without any influence of the bow wave of ship. A net (Fig.3) was made of minnow net of nylon webbing and was installed to the frame.

3) Test operations of the net at seas (Fig. 4, 5, Table. 1) revealed that it could work as predicted, at least within towing speeds of 3 to 4 knots and that fish larvae collected by towing at a speed of 4 knots for 20 minutes showed significantly reduced injury when the codend with a closed end PVC adaptor (Fig. 3–b).