パッチ網粗目袖によるカタクチイワシシラスの駆集^{*1}

川 村 軍 蔵, 田 畑 幸 一 郎

(1990 年 3 月 7 日受付)

Driving Anchovy Larvae by Large Mesh Wings of Pair Midwater Trawl

Gunzo Kawamura^{*2} and Koichiro Tabata^{*3}

Wing meshes of commercial pair midwater trawls for catching anchovy larvae are as large as 360 cm at the distal part and 15 cm at the proximal part. Echo surveys were made using a 200 kHz fish finder to examine if the larvae were driven into the net mouth by the wings of the extremely large meshes or escaped through the meshes. In approximately half of 468 recordings obtained, larval schools were found to be driven into the net mouth by the wings. Escapement was higher for smaller size compositions of larvae. As the larvae have well developed eyes and mechanoreceptors with which larvae are able to detect the net during daytime trawlings, escapement is attributed to the poor swimming power of the smaller larvae.

袖と袋から成る曳網類は、袖で漁獲対象魚を網中央へ駆集して袋で漁獲する趣向の漁具である。袖網の目合は魚が十分通過できる大きさでありながら駆集効果があり、魚が動く網に反応するのは視覚によることが知られている。¹⁻³⁾ 網を視認できてある程度の遊泳力があれば仔魚でも袖網で駆集されることがサバヒー *Chanos chanos* で確かめられており、^{4,5)} 南極オキアミ *Euphausia superba* でも粗目に駆集され、袋部では曳網方向と同じ方向に遊泳するのが水中テレビで観察されている。^{*3} 一方、袖のない袋網だけの採集具では、遊泳力の弱い仔魚やプランクトンでも採集具の曳航網や網口を避け、それが大きなサンプリングバイアスの原因になることも周知のことである。⁶⁻⁸⁾

カタクチイワシ *Engraulis japonica* シラスを対象とする鹿児島県志布志湾のパッチ網では、袖網の先端部で目合が 300 cm を越えている。このようなパッチ網でシラスが漁獲されているのは網口の前のシラスが袋で濾しとられるだけであって、袖は網成りを保つ機能しか持たないかも知れない。本研究では、志布志湾の網の一つを標本網として、大目の袖網でカタクチイワシ仔魚が駆集されるか否かを魚群探知機（魚探）で記録した魚群像から調べた。魚群が袖網を通過した場合には袖の前後に魚群像が記録され、通過せずに袋の方に駆集された場合には袖の前方のみ魚群像が記録されると考えた。

材 料 と 方 法

漁具の仕様は船ごとに若干異なる。標本船の網は仕立長 242 m、ヘッドロープ長 400 m、袖は黒色ポリエチレン糸（直径は先端部で 12 mm、最奥部で 8 mm）の有結節網で、目合は先端部で 360 cm、後方に行くに従って 190, 45, 30 cm と小さくなり、最奥部で 15 cm である。袋はもじ網で、その先端部周は 37.4 m である。調査期間は 1989 年 8-12 月で、通常の操業は日出直後から午後 2 時まで、漁獲が多い時には午後 5 時まで行なった。

袖の前後の魚群像を記録するために、2 隻の網船で曳航（ダッチマンズログ法による測定では 56 cm/s）されるパッチ網の袖を、発振周波数 200 kHz の魚探 (FURUNO F863-C, 乾式紙記録) 装備の魚群探索船で直角に頻りに横切って航行した。記録像がシラスであるかその他の魚であるかの判定は探索船の船長に従った。漁獲物のシラス標本を 10% ホルマリンで固定して実験室に持ち帰り、魚種、全長、および浮袋の膨張の有無を調べた。

結 果 と 考 察

漁獲魚種 漁獲されたシラスの魚種組成は尾数比でカタクチイワシ 92%, タイワンアイノコ *Stolephorus buccaneeri* 4%, ウルメイワシ *Etrumeus microps* 4% であ

^{*1} 本研究の概要は 1990 年 1 月 20 日日本水産学会九州支部大会宮崎で発表した。

^{*2} 鹿児島大学水産学部 (Faculty of Fisheries, Kagoshima University, Shimoarata, Kagoshima 890, Japan).

^{*3} 大洋漁業株式会社 西牟田力雄氏 (私信)。

ったので、魚探で得られたシラス像はカタクチイワシのものと考えてよい。以下、単にシラスと記したときはカタクチイワシシラスを意味する。カエリ（カタクチイワシ稚魚）は調査期間中に漁獲されず、調査期間外の漁獲は稀であった。その他の混獲魚はチダイ *Egymnis japonica* 稚魚（全長 4–12 cm）とマイワシ *Sardinops melanosticta* 成魚が稀にあった。

網に対する魚の行動 調査期間を通じて、シラス群の魚探像は日出直後に表層にのみ見られ、時間の経過に伴って次第に中層と底層に見られるようになった。どの時間帯のシラス標本でも浮袋の膨張がみられなかったもので、魚谷⁹⁾が指摘するようにこの鉛直移動に浮袋の膨張・収縮は関与していないようである。

探査船で得た合計 468 回の魚探記録像の内、245 例が

袖の後方に魚群像が全く記録されないか、または魚群像が認められても極めて少なくシラスが駆集されたと思われる像であり、223 例が袖の前後に魚群像が多数記録されて網目からシラスが抜け出たと思われる像であった（Fig. 1）。8 月 7 日に得られた記録の魚群像（Fig. 1D）が他の記録の像と異なるのは、前日に通過した台風の影響でシラスが濃密に集合した時の記録で、この時の漁獲量は志布志湾では史上最高であった。

本研究の方法では仔魚が袖のどの目の部分から逸出したか特定できないという問題はあるが、魚探像からシラスが袖網によって駆集される場合と、かなりのシラスが袖網から逸出する可能性があることは明らかであろう。

網の内側では、遊泳力のある魚が視運動反応によって網と同じ方向に同じ速度で泳ぐことが知られている。¹⁰⁾

Fig. 1. Selected recordings obtained with a 200 kHz fish finder during transects across the wings of a pair midwater trawl. Arced echoes show the wings towed in the directions as indicated by white arrows. A and B, there are no fish echoes behind the wing, and anchovy larvae are thought to be driven into the net mouth; C and D, echoes of larvae passed through the wing meshes are present behind the wings. In B and C, fish schools of unknown species swimming in front of the net at the same direction and speed as the net (indicated by black arrows).

これと同じ行動を示すチダイ稚魚かマイワシ成魚と思われる群の記録像も頻繁に1時間以上も継続して得られ (Figs. 1B, 1C), 探査船が網の上を巡回しても像は消失せず威嚇効果はなかった。

シラスはパッチ網が接近すると沈下する習性を持ち、網の上部の群は沈下して網に入るが、網の下層の群は網裾の下から逃げると古くから漁業者の間で言われている。野々田¹¹⁾は、魚探記録の魚群像が網の前で深くなることから、シラスが網の接近によって沈下することを報告している。本調査では沈下して網裾の下から逸出する魚群像も多数記録され (Fig. 2), 魚探記録から推測すると、この時の alarm distance⁷⁾ は 20 m を越えると思われた。

粗目袖からの逸出の原因 仔魚が駆集されずに網目から抜けるのは魚が網の存在を知覚できない場合か遊泳速度が曳網速度に及ばない場合であろう。

漁獲されたシラスは全長 14–35 mm で、全長組成の峰は 25 mm にあった。操業日ごとの組成では、小型のシ

ラスを含むレンジの大きな組成と、22 mm 以上の大型主体でレンジの小さい組成が見られた (Fig. 3)。ホルマリン固定によって魚体は収縮するが、収縮率はサバヒールシラスでは孵化後1日目の個体で大きい、10日目以後のものではほぼ一定で5%である。¹²⁾ この収縮率をカタクチワシシラスに適用すると、生時には上記の全長組成の差がさらに大きいであろう。全長組成を魚探記録の結果と対照すると、大型の組成でも袖網を抜けているが、小型の組成の方が袖網から抜けた場合が多い。

シラスの大きさと粗目からの逸出を論ずるには網目から抜けたシラスの全長を知らねばならないが、現時点ではそれは不可能である。網口の前のシラスは大きな開口部から直接袋に入るので、漁獲物の全長組成は漁場のシラスの全長組成をある程度反映するであろう。漁獲物の全長組成が小型のものの方が袖網から抜けた魚探像が多かったことから、小さいシラスほど袖網から逸出したと言えそうである。

石田¹³⁾によるとカタクチワシは孵化後2日目には視

Fig. 2. Examples of fish echo showing the anchovy larvae (arrows) moved down in response to the towing of the net.

Fig. 3. Total length compositions of the anchovy larvae sampled. Sample size, 200 specimens per date. Ratios are number of recordings of larvae driven into the bag, to those of larvae passed through the wing meshes.

覚系が組織学的に完成し、3 日目に現われた視運動反応が 30 日目には完成する。また、遊離感丘は孵化時に頭部と体側に形成されている。仔魚の成長は水温や餌料種によって大きく異なるが、¹⁴⁾ 耳石の日輪数から求めたカタクチワシ仔魚の成長^{15,16)}に基づくと、全長 16 mm で日齢およそ 16 日、25 mm では 31 日になるので、これらのシラスは袖網を知覚して曳航中の袖網に視運動反応を示すことができると考えられる。また、接近する網に反応して沈下する行動から、シラスが網の接近を知覚してそれから逃避できることは疑いない。この時の反応が視覚に依るものとしても、20 m の alarm distance からシラスがヘッドロブあるいは一本の網糸を視認する

とは考え難い。過去の漁場海況調査^{*1}では透明度 5.2-8.5 m 水色 4-6 であり、現在も大きく変っていない。シラスが alarm distance から網に反応する際には、漁具の細部を視認するのではなく、漁具全体が背景に対して持つ漠然としたコントラストの物体（パッチ網袖は黒っぽい大きな物体に見えるであろう）として視認するのかも知れない。^{*2} シラスがパッチ網に反応する感覚的機構はまだ不明であるが、袖網からの逸出は遊泳速度で説明せざるを得ない。

カタクチワシ仔魚の遊泳速度は調べられていないので北米産カタクチワシ *Engraulis mordax* の全長 12 mm の仔魚の最大速度 25 BL/s¹⁷⁾ を外挿すると（巡航速度は調べられていない）、全長 22 mm のシラスでは約 55 cm/s になる。シラスが網で駆集される時の遊泳速度を、まだ遊泳力の弱い成長段階の北米産カタクチワシ仔魚の最大速度から推測するのは無理かも知れないが、55 cm/s という値がパッチ網の曳航速度とほぼ一致するのは興味深い。

シラスが袖網からかなり逸出するが、このことからパッチ網袖の目が合理的でないとはいえない。サバヒーシラスの実験では、網糸が黒の場合、糸の間隔が 2 cm 以上になると仔魚の逸出が大きく駆集効果が著しく減少するが、糸間隔を狭くすると指数関数的に流水抵抗が増えるので曳網が困難になる。⁴⁾ パッチ網袖の目は、曳航可能な曳網抵抗と、適度な駆集効果が平衡する点にあるのかも知れない。また、市場価値が低い小型のシラスの逸出が大きいと思われることから、パッチ網は市場価値の高い大きさのシラスを選択的に漁獲しているといえよう。

魚探調査では志布志有明漁業生産組合と同組合のパッチ網船漁撈長浜松節夫氏に協力を得た。また、漁獲仔魚の種判別は鹿児島大学水産学部増田育司博士の指導を得た。ここに記して深謝する。

文 献

- 1) J. H. S. Blaxter, B. B. Parrish, and W. Dickson: "Modern Fishing Gear of the World", No. 2, (Arranged by the technical staffs of Fishing News International and Fishing News), Fishing News, London, 1964, pp. 529-536.
- 2) 井上 実: 漁具と魚の行動, 恒星社厚生閣, 東京, 1985, pp. 57-60.
- 3) G. Kawamura and S. Hara: *Nippon Suisan Gakkaishi*, **46**, 929-932 (1980).
- 4) G. Kawamura, S. Hara, and B. Tedora: *Mem.*

*1 高橋澄雄, 茶園正明: 志布志湾海況調査報告書, 鹿児島県, 1960, pp. 19-106.

*2 東京水産大学中村善彦博士よりの示唆.

- Kagoshima Univ. Res Center S. Pac.*, **1**, 65-74 (1980).
- 5) G. Kawamura: "Advances in Milkfish Biology and Culture" (ed. by J. V. Juario, R. P. Ferraris, and L. V. Benitez), Inland Publ. House, Manila, 1984, pp. 69-84.
- 6) R. I. Clutter and M. Anraku: "Zooplankton Sampling" (ed. by D. I. Tranter), Part 1, UNESCO Monogr. Meth., **2**, 1968, pp. 57-76.
- 7) G. L. Murphy and R. I. Clutter: *Fish. Bull.*, **70**, 789-798 (1972).
- 8) 中村元彦: 日水誌, **55**, 1893-1898 (1989).
- 9) 魚谷逸朗: 日水誌, **39**, 867-876 (1973).
- 10) C. C. Hemmings: *FAO Fish. Rep.*, **62** (3), 645-655 (1969).
- 11) 野々田得郎: 三重県大水産研報, **9**(2), 429-501 (1973).
- 12) S. Kumagi and N. M. Castillo: *Fish. Res. J. Philipp.*, **5** (1), 17-23 (1980).
- 13) 石田健一: 海産魚類の稚仔魚期における感覚器と行動の分化発達に関する研究, 学位論文, 東京大学, 東京, 1987, pp. 87-102.
- 14) G. Kawamura and N. Washiyama: *Trans. Am. Fish. Soc.*, **118**, 203-213 (1989).
- 15) S. Tuji and T. Aoyama: **48**, 1559-1562 (1982).
- 16) 三谷 勇: 日水誌, **54**, 209-214 (1988).
- 17) J. R. Hunter: *Fish. Bull.*, **70**, 821-838 (1972).