

底びき網の網内流れに関する基礎的研究

著者	丸儀 雅孝, 不破 茂, 石崎 宗周
雑誌名	鹿児島大学水産学部紀要=Memoirs of Faculty of Fisheries Kagoshima University
巻	48
ページ	19-24
別言語のタイトル	Fundamental Studies on the Flow inside Trawl Net
URL	http://hdl.handle.net/10232/696

底びき網の網内流れに関する基礎的研究

丸儀雅孝, 不破 茂, 石崎宗周

Fundamental Studies on the Flow inside Trawl Net^{*1,2}

Masataka Marugi^{*3}, Shigeru Fuwa^{*3}, and Munechika Ishizaki^{*3}

Keywords : Conical net, Hanging angle, Flow velocity, Flow angle

Abstract

This paper deals with inside flow velocity and angle of the conical model nets which simplified the cod end in trawl net. Four conical model nets with different hanging angles 15°, 30°, 45° and 60° were tested in a flume tank. Inside flow velocity and angle of model nets were measured at four setting velocities 15cm/s, 30cm/s, 45cm/s and 60cm/s by a two-component electromagnetic current meter.

About 5% of flow velocity at the net mouth decreased on setting velocity. Inside flow velocity of a balloon-type model net with hanging angle 15° rarely changed. In a cone-type model net with hanging angle 60° increased by 4%. All flow velocities by net decreased on inside surface of net. Flow angles at measuring points remained steady for all flow velocities.

曳網類は水中で移動させて魚介類を効率的に漁獲する漁具であるが、特に底びき網では目的外漁獲が大きな問題とされている。一方、水産資源を持続的に利用するために漁具の混獲防除や選択漁獲技術に関する研究が進められ¹⁾、底びき網の漁具の構造を変えることで、漁獲物分離機能を持たせることも試みられている^{2,3)}。曳網漁具に漁獲物分離機能を持たせるためには、曳航することで展開している曳網漁具内部の流向と流速を明らかにして、それらを制御する必要がある。そこで本研究では、曳網を単純化した円錐型模型網を用いて、漁具を設計する場合の基本的条件である。円錐型模型網を構成している網地の縮結と網内部の流向および流速の関係を実験的に検討した。

材料および方法

本研究では、一般に使用されている底びき網（一囊両翼の構造）を単純化した円錐模型網（全長1000mm）を作成して用いた。この単純化模型網は、網口を円形の網枠で正八角形に固定し、縮結角を4段階に変化させたものであり、いずれの模型網でも構成している網地の脚長と網糸直径が同一の網地を使用した。網漁具の縮結は網地の引っ張り長さと仕立て長さとの比⁴⁾で表されることが多いが、本研究では円錐網の形状計測を主眼としたので縮結角（網地面上の2脚の展開角）で表した。縮結角15°、30°、45°および60°は、縮結96.6%、86.6%、70.7%および50.0%と同じ意味である。実験に用いた網地は、ポリプロピレン170デニール24本の二子撚り式無結節網地である。これで形成した8枚の二等辺三角形を縫合し

*1 本研究は平成10年度科学研究費補助金（奨励研究B）によるものである。

*2 この研究の概要は平成10年度鹿児島大学農・水産系学部技術研修で発表した。

*3 鹿児島大学水産学部漁業基礎工学講座（Laboratory of Fundamental Fishing Technology, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 50-20 Shimoarata 4, Kagoshima, 890-0056 Japan）

て縮結角 15° , 30° , 45° および 60° で4種類の円錐模型網を作成した。それぞれの八角錐底面の対角線の長さは600mmで、高さが1000mmである。4種類の円錐模型網をそれぞれI, II, IIIおよびIV型網としてTable 1に示した。網枠は、直径10mmのステンレス丸棒を直径750mmとなるように曲げたもので、網地は直径0.3mmのステンレス線で取り付けられた。実験に用いた網枠と実験網の概略をFig.1に示した。また、流れを与えると網枠の支持棒の後部に剥離渦が発生したことから、支持棒に流線型の板を取り付けてこれを整流した。

実験は、鹿児島大学学内共同利用施設回流水槽（観測水路の長さ6m, 幅2m, 深さ1m）に模型網を設置して行った。模型網は底面および表面境界層の影響を受けないようにその中心を水深50cmに設置して、模型網の頂部に細い糸を取りつけ流れに平行に張った。また、水槽観測部の水路上部にトラバース装置を設置して、2成分電磁流速計（アレック電子製：ACM250-A）のセン

Table 1 Specifications of model nets used in the experiment

Net type	Diameter of twine (mm)	Leg length (mm)	Number of mesh*	Hanging angle (deg.)
I	1.44	10.14	48×51	15
II	1.44	10.14	32×57	30
III	1.44	10.14	17×70	45
IV	1.44	10.14	14×99	60

Material of netting is Polyamide 170 denier 2×24.

* Triangular net (base×height).

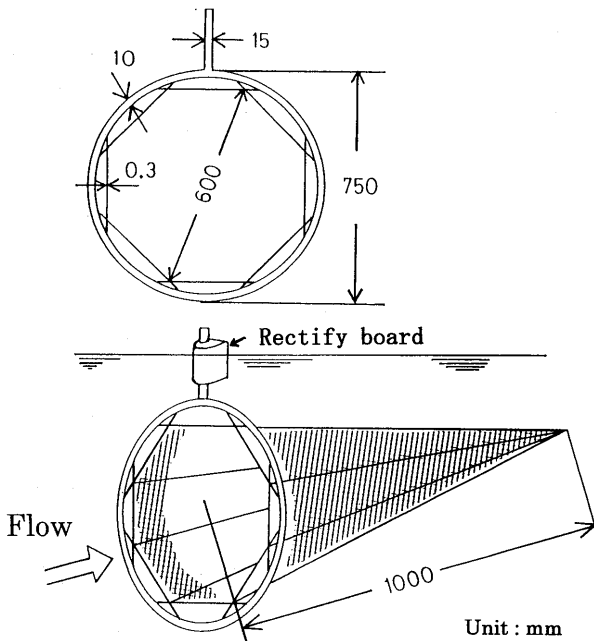


Fig. 1 Apparatus of net frame and nettings used in this experiment.

サーを取り付けた。この流速計の精度は $\pm 2\%$ または $\pm 0.5\text{cm/s}$ である。センサーの概略をFig.2に示した。設定流速は、15cm/s, 30cm/s, 45cm/sおよび60cm/sとした。測定点は網内部の中心軸上の流れ方向に5カ所（網口からの距離15cm, 30cm, 45cm, 60cm, 75cm）と深さ方向4ヶ所（深さ網の中心線および中心線から10cm, 20cm, 30cm上方）との組み合わせで20点と網地面の内側と外側のそれぞれ1.5cmの合計30点とした。なお、模型網と流速測定点の概略をFig.3に示した。それぞれの測定点での流速は0.05秒の間隔で30秒間のデータ600個をA/D変換した後にパーソナルコンピュータのディスクに記録し、その平均流速を求めた。実験で得られた流速は測定点ごとに、それぞれの縮結角と設定流速別に整理した。流速の変化は、各模型網の各測定点ごとにあらかじめ模型網を入れない状態で測定したブランクテストの値との比を求め、流向は、ブランクテストの測定値と模型を入れた場合の測定値との差を求めた。これらの結果から円錐網の内部流速と流向に及ぼす縮結の影響について検討した。

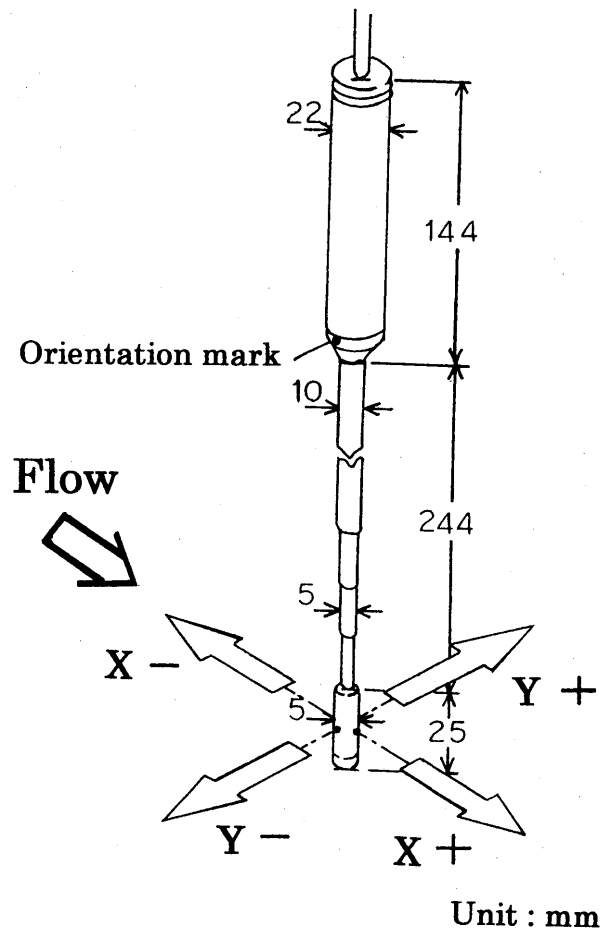


Fig. 2 Sensor of a two-component electromagnetic flow meter.

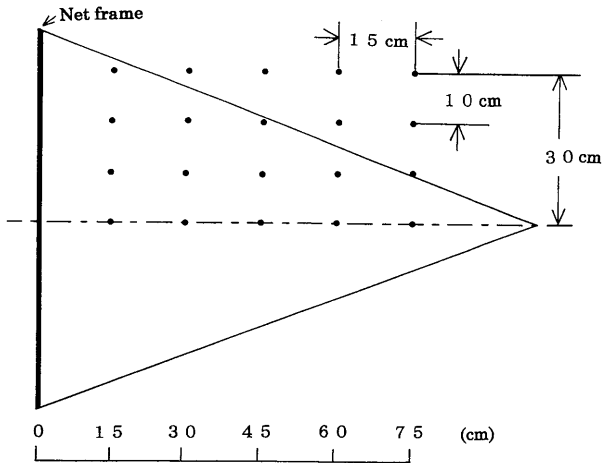


Fig. 3 Measured points of flow velocity and angle.

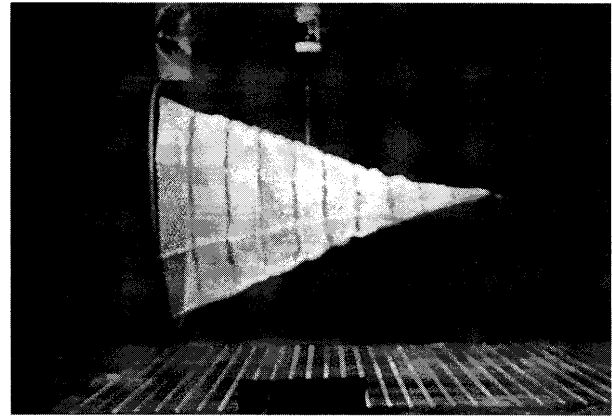


Plate 2 Cone-type model net.

結果および考察

観測水路窓から観察された代表的な模型網の断面形状を Plate 1 と Plate 2 に示した。断面形状が大きくふくらむものをバルーン型で、断面形状が直線のものをごん型とに分類した⁵⁾。縮結角が15°の場合はバルーン型であったが、縮結角が30°, 45°および60°の場合はごん型となった。

模型網の流速比と網口からの距離との関係を設定流速別に整理して Fig.4~Fig.6 に示した。ここで黒シンボルは網内部を白シンボルは網外部を表し、それぞれの値を流速比で示している。

模型網の中心軸上の流速比と網口からの距離との関係を Fig.4 に示した。設定流速15cm/s の場合、網口から15cm の所では、いずれの縮結角でも流速は設定流速の値から約 5% 減速している。網口から囊網の後方へ向かうにつれて流速はゆるやかに減速する場合とゆるやかに増速する場合があった。ゆるやかに増速するのは、縮結

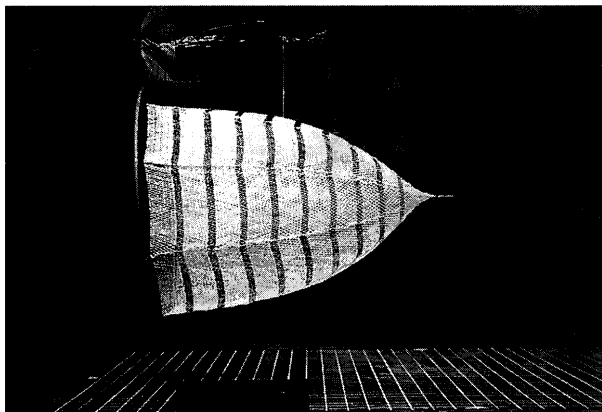


Plate 1 Balloon-type model net.

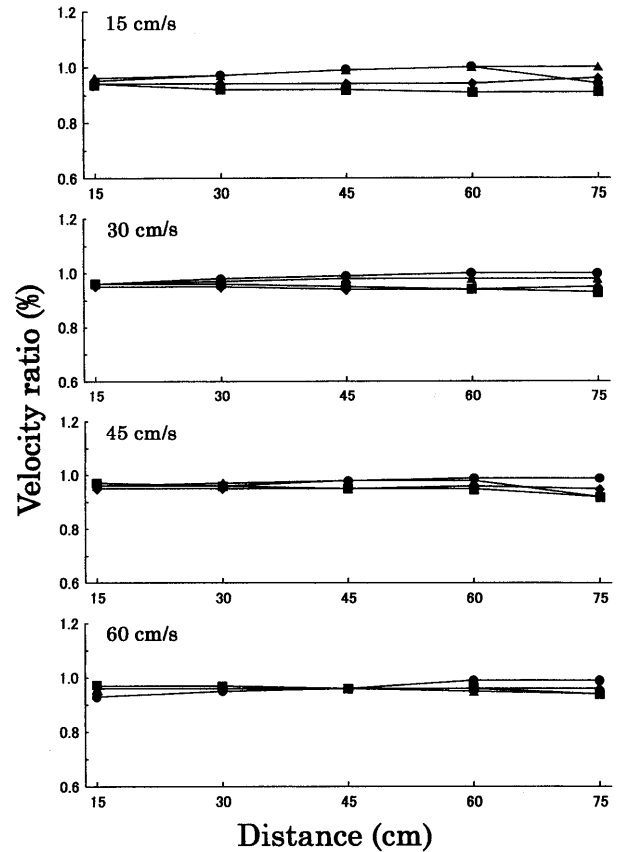


Fig. 4 Relationship between changes of flow velocity ratio and horizontal distance from the net mouth on the central axis at setting velocities of 15cm/s, 30cm/s, 45cm/s and 60cm/s. □, ◇, △ and ○ show the hanging angles of 15°, 30°, 45° and 60°, respectively. Filled symbols show the changes of inside, and blank symbols one of the outside net.

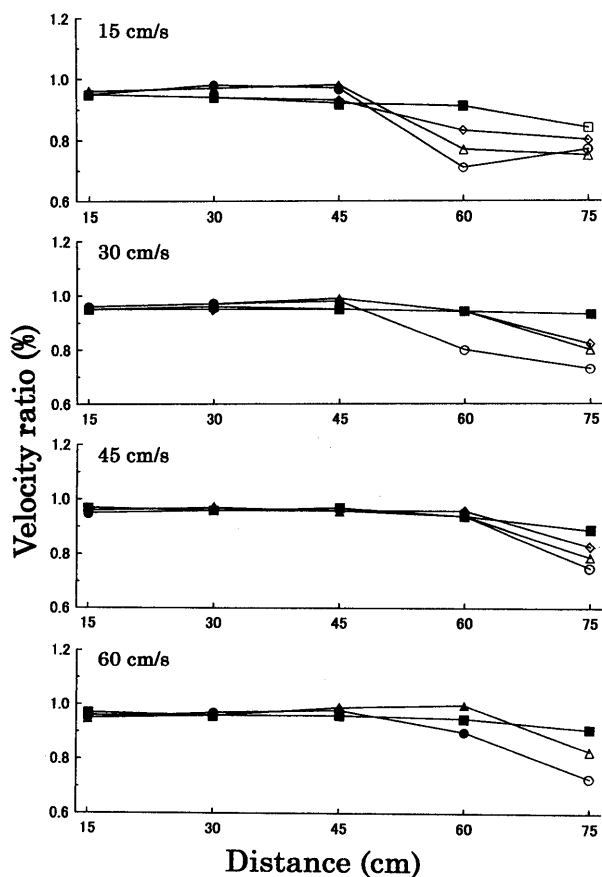


Fig. 5 Relationship between changes of flow velocity ratio and horizontal distance from the net mouth on the parallel axis 10cm apart from the central axis at setting velocities of 15cm/s, 30cm/s, 45cm/s and 60cm/s. □, ◇, △ and ○ show the changes of hanging angles of 15°, 30°, 45° and 60°, respectively. Filled symbols show the changes of inside, and blank symbols one of the outside net.

角が45°と60°の場合であり、囊網頂部に近い75cmでは網口から15cmの所よりも流速が4%増加した。一方、縮結角が15°と30°では流速の変化はほとんどなかった。流速が増加すると網口からの距離や縮結角による差は小さくなっている。

模型網の中心線から、10cm離れた測定点での流速比と網口からの距離との関係を Fig. 5 に示した。網口からの距離によっては測定点が円錐網の外側に位置し、内側にあっても網地のごく近傍である場合が生じ、これは流速によっても変化してくる。設定流速15cm/sの場合、設定流速30cm/sと45cm/s場合よりも縮結角による差が小さかった。いずれの設定流速でも縮結角による差は認められなかった。

網の中心線から20cmの距離の場合について整理したものが Fig. 6 である。縮結角によって囊網の展開形状が異なるが、多くの測定点が囊網の外側にあることが図

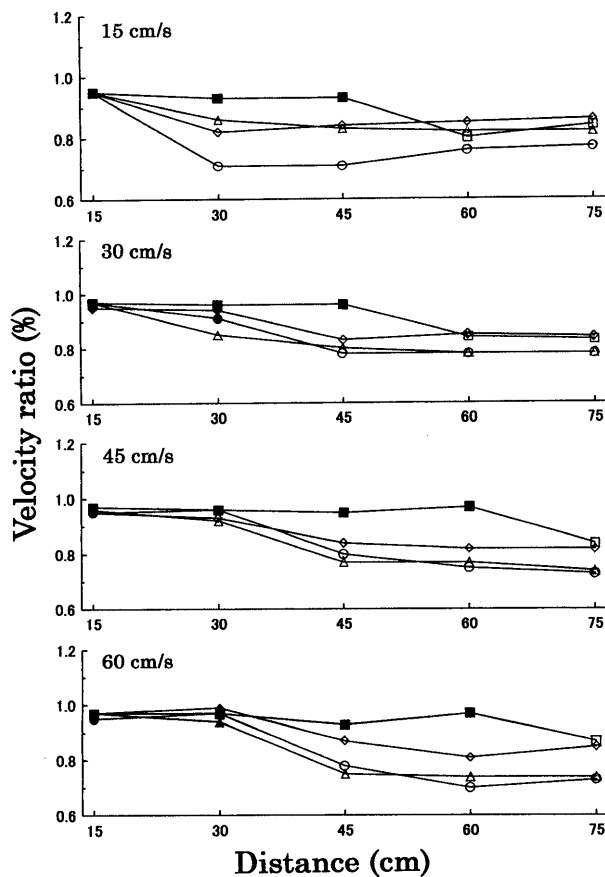


Fig. 6 Relationship between changes of flow velocity ratio and horizontal distance from the net mouth on the parallel axis 20cm apart from the central axis at setting velocities of 15cm/s, 30cm/s, 45cm/s and 60cm/s. □, ◇, △ and ○ show the changes of hanging angles of 15°, 30°, 45° and 60°, respectively. Filled symbols show the changes of inside, and blank symbols one of the outside net.

から明らかである。網の内部では他の測定線のように流速はほぼ一定であるが、網の外部では大きく減速し、その割合は縮結角に依存していることは、同様である。網の中心線から30cmの距離の場合、全ての測定点は囊網の外側であった。いずれの設定流速でも流速の変化なく縮結角による差は認められなかった。

流速の増加に伴って囊網の展開は良好となる。即ち、バルーン型またはコーン型であっても網地の展開は十分となり、流速の増加に伴って測定点が網内部にある割合は高くなっている。網内外の流速をみると、測定点が網内部にある場合で比較すると、網地を通過した流速は約10~26%減速している。これらは流れが網地面を通過することにより流速が変化するものと考えられる。この減速の程度は縮結角によって異なっており、縮結角が小さいものほど減速率は大きい。縮結角が小さい場合には囊網の形状はバルーン型となり、流れに対する網地の迎角は

どの部位でも大きい。一方縮結角が大きい場合の囊網の形状はコーン型であり、流れに対する迎角は前半部では小さく後半部では大きくなる。このような違いがあるのに網内部での流速に差が認められないことから、囊網内部の流速に及ぼす縮結の影響は小さいといえる。一方囊網の外部は大きく減速し、その割合は縮結により異なっている。これは4脚で構成される網目を流れが通過する場合に2脚による干渉を受けて網目の孔を通過した流れが減速している⁶⁾ことに起因すると考えられる。網目を通過する流れが縮流によって加速されると報告されている⁷⁾。これは流れに対する迎角が90°の平面網地の特殊な条件の場合であり、本研究は流れに対する迎角が約15~45°の範囲の囊網について行ったものである。流速60cm/sの網口から60cmの測定点で他の流速より縮結角による差が大きい、測定点と網地までの距離が縮結角によって異なるためと考えられる。

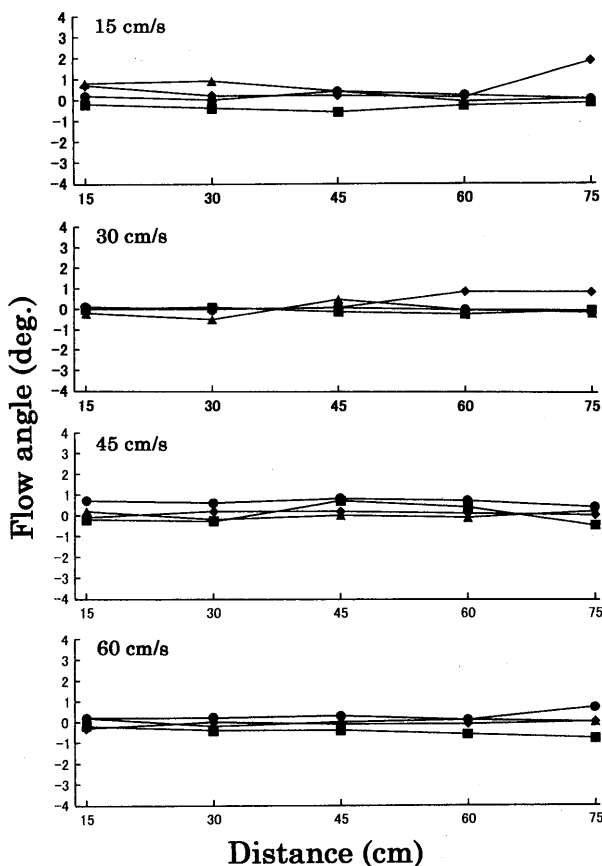


Fig. 7 Relationship between changes of flow angle and horizontal distance from the net mouth on the central at setting velocities of 15cm/s, 30cm/s, 45 cm/s and 60cm/s. □, ◇, △ and ○ show the changes of hanging angles of 15°, 30°, 45° and 60°, respectively. Filled symbols show the changes of inside, and blank symbols one of the outside net.

囊網内外での流向について整理して Fig.7~Fig.9 に示した。すでに述べたように流向は各測定点におけるブランクテスト値との差で表しており、その値が0であれば、囊網内部または外部での流向は変化しないことを表している。実験を行った回流水槽の乱れは1%以下であり⁸⁾予備実験で計測した流向は測定点領域ではX軸にほぼ平行であった。これらを考慮すると本研究での流向の測定結果は囊網内外の流向を正しく表している。

囊網の中心線での流向と網口からの距離との関係を設定流速別に整理して Fig. 7 に示した。流速が変化しても流向の差はほぼ0であり、囊網中心線上での流れは平行である。

囊網の中心線から10cm離れた測定線上の流向について流速別に整理したものが Fig.8 である。流速の測定結果と同様に測定点が囊網の外部にあると流向は約+1.2~-2.5°と大きく変化しているが、囊網内部の測定点で

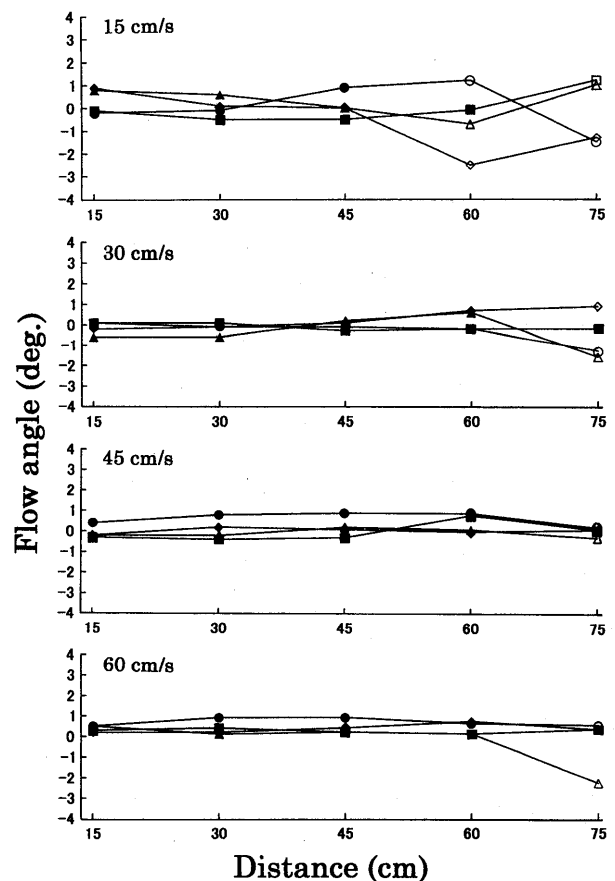


Fig. 8 Relationship between changes of flow angle and horizontal distance from the net mouth on the parallel axis 10cm apart from the central axis at setting velocities of 15cm/s, 30cm/s, 45cm/s and 60cm/s. □, ◇, △ and ○ show the changes of hanging angles of 15°, 30°, 45° and 60°, respectively. Filled symbols show the changes of inside, and blank symbols one of the outside net.

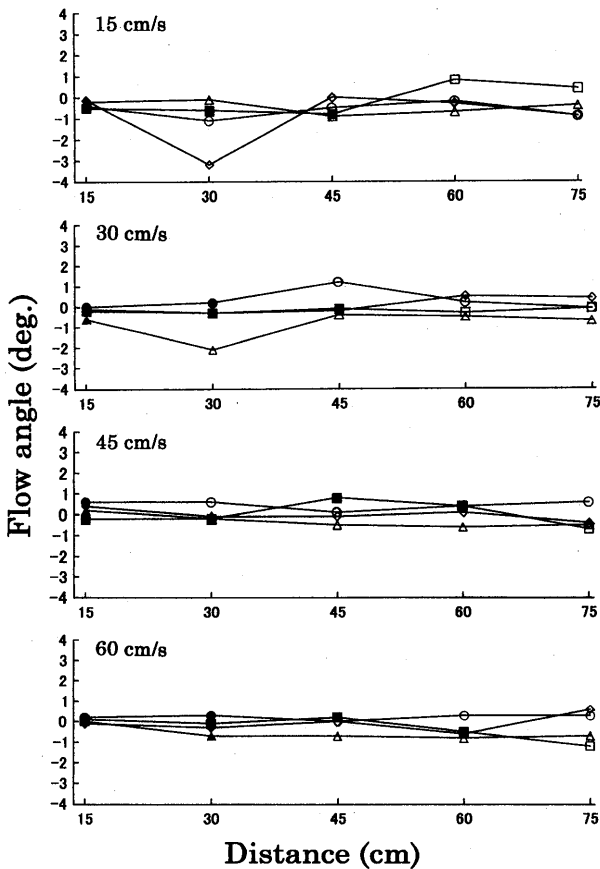


Fig. 9 Relationship between changes of flow angle and horizontal distance from the net mouth on the parallel axis 20cm apart from the central axis at setting velocities of 15cm/s, 30cm/s, 45cm/s and 60cm/s. □, ◇, △ and ○ show the changes of hanging angles of 15°, 30°, 45° and 60°, respectively. Filled symbols show the changes of inside, and blank symbols one of the outside net.

は変化がなく、流向は設定した流れと平行である。

囊網の中心線から20cm離れた測定線上の流向について流速別に整理したものがFig.9である。流速が遅い場合は囊網外の測定点で流向の変化が大きいが、流速が増すと流向の変化は小さくなる傾向がある。網の中心線から30cmの距離の場合、全ての測定点は囊網の外側であった。いずれの設定流速でも流向は変化なく縮結角による差は認められなかった。

囊網内の流向は設定した流れに平行であるが、囊網外

の流向は大きく変化している。拡大した網地剛体模型を使用して近傍の流速分布測定した結果⁶⁾では網地面の前方に減速域があり、その範囲は迎角42.9°で網糸直径の約3倍、迎角28.6°で約5倍、迎角14.3°で約6倍であり、また脚の近傍には渦が発生し2脚の間および網地面の後方では広い範囲で減速していた。この結果を参照すると本研究で用いた円錐網でも網地面を通過することで流速の変化⁵⁾が起こり、同時に流向も変化していたと考えられる。

本研究では曳網を単純化して縮結を変化させた囊網内部の流速および流向の関係について検討した結果、囊網内部では流速および流向は、設定した流れに対してほとんど変化はなかった。その円錐網を構成している網地の縮結はその内部の流速および流向に影響していないことが明らかになった。

参考文献

- 1) フランク・ショパン (1996) : 持続的採集技術の可能性を探る. 水産の研究, 15, 14-15.
- 2) 松下吉樹, 野島幸治, 井上喜洋 (1999) : 小型底曳網漁業における漁獲物分離装置の開発. 日水誌, 65, 11-18.
- 3) 東海 正 (1993) : 必要な魚だけをとるトロール. “地球にやさしい海の利用” (隆島史夫, 松田 皎 共編), pp. 40-58 (恒星社厚生閣, 東京).
- 4) 金森政治 (1966) : 漁労, “水産学通論” (谷川英一, 田村正, 金森政治, 新川伝助 共編), pp. 92-210 (恒星社厚生閣, 東京).
- 5) 洪 性完, 今井健彦 (1999) : 円錐網の周りの流速分布. 鹿児島大学水産学部紀要, 45, 21-28.
- 6) 今井健彦, 石崎宗周, 不破 茂, 久津輪修一, 金 碩鍾, 洪 性完 (1994) : 網地剛体模型近傍の流速分布. 鹿児島大学水産学部紀要, 43, 1-9.
- 7) 熊沢泰生, 久津輪修一, 石崎宗周, 不破 茂, 今井健彦 (1994) : 二子撚式無結節網地の抗力係数とレイノルズ数. 日水誌, 60, 167-171.
- 8) 米盛 亨, 奈良迫嘉一, 前川 博, 今井健彦, 中山 博, 豊広利信 (1987) : 鹿児島大学学内共同利用施設回流水槽の設計思想と特徴およびその性能. 鹿児島大学水産学部紀要, 36, 67-87.