

落とし網型定置網における漁獲量増加のための一手法

—第二箱網の目合拡大効果—

上野 陽一郎
和田 洋藏
戸嶋 孝
傍島 直樹



京都府沿岸域に設置された2つの大型定置網漁場で第二箱網揚網直前の網容積率が高いほど漁獲量も多くなる傾向が見られ、他の大型定置網漁場においても同様であることが示唆される。また、目合の大小による網容積率の違いを調査した結果、脚長 60.6 mm といった大きい目合の網の方が明らかに容積率が高かった。また、脚長 60.6 mm の網では脚長 27.5 mm の網より速い流速域でも揚網可能日の頻度が高かった。これらのことから、今回の実験結果でみる限りでは脚長 60 mm 程度が効果的な第二箱網の目合であると考えられる。

京都府の基幹漁業である定置網漁業は、近年、漁獲量の減少や魚価安等できびしい経営状態にあり、漁業者からは早急かつ効果的な経営安定策が望まれている。このような状況の中、多獲性の浮魚類を主として漁獲している京都府の大型定置網の場合には、漁獲量を増やすことが経営安定を図るための有効な方法の一つであると考えられる。

石田 (1982) によれば、定置網の設計上の箱網容積と過去の1操業あたりの最大漁獲量との間に正の相関関係がある。したがって、箱網の規模を拡大することで漁獲量を増大させる可能性は高いが、漁場面積や経営上の制約などから、網規模の拡大は容易に行えるものではない。一方、落とし網の箱網は流れによって変形しやすい (稲田ら, 1997; 呉ら, 1974) ので、常に設計通りの容積が保たれているわけではない。箱網が変形することによって容積が減少し、すでに箱網内に入網している魚群が出網してしまう可能性は高い。このことから、著者らは、種々の制約の中で安定的な漁獲を得るには、少しでも箱網の網成りを良くすることが重要であると考え、実際の定置網漁場において、漁獲量を決定する要因の一つとして網容積に注目し、揚網直前の網容積率 (Net Volume Ratio) を高く保つことが漁獲の増加につながると報告した (上野ら, 1998)。

本報では、新たに目合や網規模の異なる2つの定置網漁場において同様の調査を行い、これらの漁場においても揚網直前の網容積率を高く保つことが漁獲の増加につながることを確認できた。また、網容積率を高く保つための具体的な方法として「第二箱網の目合拡大」の有効性が検証できたので報告する。

方法

調査対象漁場 調査対象とした漁場は、丹後半島の経ヶ岬以東にあって若狭湾西部海域に面した新井崎漁業協同組合自営の大型定置網漁場 (以下、沖礁漁場と言う。) およ

びこの北西に隣接した本庄漁業生産組合の大型定置網漁場（以下、高砂漁場と言う。）であり（Fig. 1），両漁場とも二段落し網型の定置網が操業されている。

両漁場ともに，大小異なる目合の第二箱網を交互に使用しており，それぞれの網の網目の大きさを脚長で表すと，沖礁漁場が 27.5 mm（目合12節）および 20.2 mm（目合16節），高砂漁場が 60.6 mm（目合6節）および 27.5 mm（目合12節）である。各網の魚捕部については，沖礁漁場が両網とも 17.8 mm（18節），高砂漁場が両網とも 23.3 mm（14節）である。なお，脚長については，実測値ではなく節数から求めた計算値を用いた。これら4つの第二箱網を以下，沖礁漁場のそれは沖礁 27.5 mm，沖礁 20.2 mm，高砂漁場の場合は高砂 60.6 mm，高砂 27.5 mm と呼ぶこととする。

流向・流速の測定 沖礁漁場では，1998年6月2日から9月15日まで身網沖側の底深 60 m の水深 10 m 層に，高砂漁場については1999年6月11日から11月30日まで同じく底深 54 m の水深 15 m 層に3種類の流向流速計（環境計測システム株式会社製 DVR-88，Aanderaa Instruments 製 RCM-9 および Falmouth Scientific 製 2D-ACM）を交互に設置し，10分間隔で流向・流速を測定した。

網容積率と漁獲量 両漁場の定置網は，ともに原則として第二箱網のみを揚網する操業形態であるため，第二箱網を調査対象として網容積率と漁獲量との関係について検討した。沖礁漁場においては1998年6月2日から9月15日まで，高砂漁場においては1999年6月11日から11月30日まで調査を行い，第二箱網に取り付けた深度計（アレック電子株式会社製 MDS-D）（Fig. 2a）の深度記録（10分間隔）

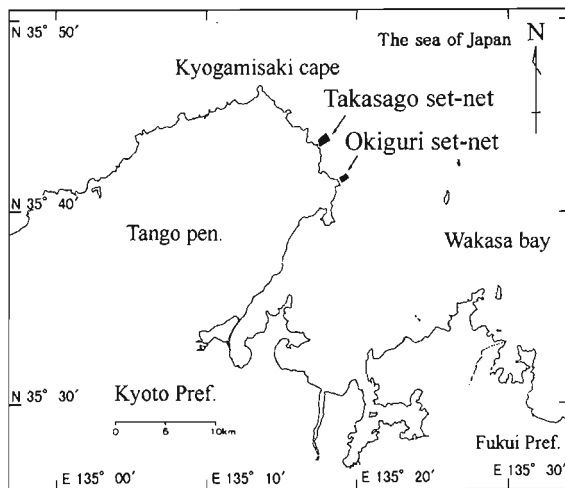


Fig. 1. Map showing locations of set-nets surveyed in this study.

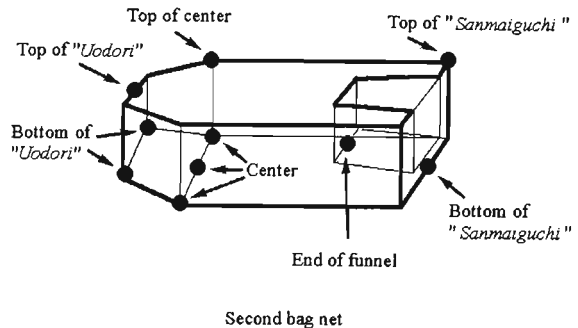


Fig. 2a. Schematic over view showing arrangement of depth meters set on second bag net at Okiguri and Takasago set-net. The depth meters were only set on eight parts except for tops of the center and "Sanmaiguchi" of the second bag net at Takasago set-net.

に，設計図から読みとった第二箱網の側張り面積を乗じて網容積を推定した。深度計の設置位置および網容積の算出方法については，基本的には上野ら（1998）に準じた。

本報で用いる網容積率とは，上野ら（1998）に準じ，推定網容積を設計時の網容積で除したものである。網容積率と漁獲量との関係の解析には調査対象漁場における揚網前3時間の網容積率の平均値を用い，漁獲量は京都府漁業協同組合連合会の日別魚種別漁獲量データを用いた。また，流速が速いために揚網できなかった場合は，網容積率については直近の揚網日の揚網時刻を基準として，その前3時間の網容積率の平均値を用い，漁獲量についてはその値を0として扱った。また，網容積率と流速との関係の解析には両者の全データを用いた。

結果および考察

漁場の流向・流速 沖礁漁場および高砂漁場において流向流速計で得られた流向データを，上野ら（1998）に準じて，「真潮」，「真潮寄潮」，「寄潮」，「逆潮寄潮」，「逆潮」，「逆潮出潮」，「出潮」および「真潮出潮」の8方位に分け（Fig. 2b），各漁場における方位別出現頻度および平均流速を Table 1 に示した。方位別出現頻度については，沖礁漁場においては「真潮出潮」および「真潮」がそれぞれ 30.9% および 23.0%，高砂漁場においては「真潮」が 36.8% と卓越していた。次に出現頻度が高かったのは両漁場とも「逆潮」であり，「出潮」および「寄潮」の出現頻度は低かった。すなわち，調査期間中の主要な流向は，沖礁漁場および高砂漁場とも概ね身網中心線に沿ったものであった。このことから，今後は，身網中心線に沿った流向を中心に解析することとし，流向を「真潮」，「真潮出潮」

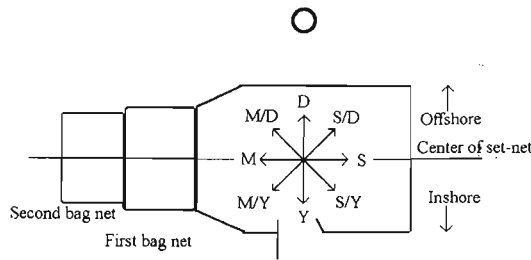


Fig. 2b. Current direction for set-net.
 M: *Mashio*; M/D: *Mashio/Deshio*; D: *Deshio*; S/D: *Sakashio/Deshio*; S: *Sakashio*; S/Y: *Sakashio/Yorishio*; Y: *Yorishio*; M/Y: *Mashio/Yorishio*. An open circle indicates the location of current meter set. Current meters were set in 10 and 15 m layers at Okiguri and Takasago set-net, respectively.

Table 1. Average velocity and frequency of current direction at Okiguri and Takasago set-net fishing grounds

Current direction	Okiguri set-net		Takasago set-net	
	Frequency (%)	Average current velocity in kt	Frequency (%)	Average current velocity in kt
M	23.0	0.4	36.8	0.4
M/D	30.9	0.5	11.6	0.3
D	4.4	0.2	2.6	0.1
S/D	5.3	0.2	3.2	0.1
S	16.5	0.3	18.4	0.3
S/Y	10.6	0.3	12.4	0.3
Y	4.2	0.2	5.9	0.2
M/Y	5.2	0.2	9.3	0.2
M, M/D and M/Y	59.1	0.4	57.7	0.3
S, S/D and S/Y	32.4	0.3	34.0	0.3

M: *Mashio*; M/D: *Mashio/Deshio*; D: *Deshio*; S/D: *Sakashio/Deshio*; S: *Sakashio*; S/Y: *Sakashio/Yorishio*; Y: *Yorishio*; M/Y: *Mashio/Yorishio*. Velocity and current direction at Okiguri set-net fishing grounds were measured at a period from June 2 to September 15 in 1998 and from June 11 to November 30 in 1999, respectively.

および「真潮寄潮」を合わせた「真潮系」と、「逆潮」、「逆潮出潮」および「逆潮寄潮」を合わせた「逆潮系」の2つの方位に分け、これらについても Table 1 に方位別出現頻度および平均流速を示した。

平均流速については、沖礁漁場においては、「真潮出潮」および「真潮」で 0.5 kt および 0.4 kt, 「真潮系」では

0.4 kt, 「逆潮系」では 0.3 kt, 高砂漁場においては、「真潮」で 0.4 kt, 「真潮系」、「逆潮系」ともに 0.3 kt の流れがそれぞれ観測された。

網規模 両実験漁場における第二箱網の規模を比較するため、側張り図等から算出された設計時の第二箱網の網容積を比較した。算出された網容積は、沖礁 27.5 mm が 123,164 m³, 沖礁 20.2 mm が 114,408 m³, また、高砂 60.6 mm が 227,918 m³, 高砂 27.5 mm が 213,607 m³ であり、最も小さい沖礁 20.2 mm の網容積を 1 とした時の他の網の網容積は、沖礁 27.5 mm が 1.1, 高砂 60.6 mm が 2.0, 高砂 27.5 mm が 1.9 となっていた。このように、各網間の規模の差は最大で倍近いものであった。

網目の脚長 両実験漁場で使用された第二箱網の目の大きさを比較するために、各網の脚長差を求めた。高砂漁場と沖礁漁場の箱網の脚長差は、高砂 27.5 mm, 沖礁 27.5 mm と沖礁 20.2 mm との間では 7.3 mm と小さかったが、高砂 27.5 mm, 沖礁 27.5 mm と高砂 60.6 mm との間では 33.1 mm, 沖礁 20.2 mm と高砂 60.6 mm との間では 40.4 mm とその差は大きかった。このように、4 網の脚長には最大 40.4 mm の差が認められた。

漁獲物の魚種組成 漁獲物の魚種組成を比較するために、調査期間中に沖礁漁場および高砂漁場において漁獲された魚種のうち、漁獲割合 5% 以上の魚種と漁獲割合をその時に使用していた第二箱網ごとにまとめ、Table 2 に示した。いずれの箱網でもマアジ *Trachurus japonicus* の占める割合が大きく、これ以外の魚種については、沖礁 20.2 mm の網を除くと、カタクチイワシ *Engraulis japonicus* およびブリ *Seriola quinqueradiata* の割合が高かった。同一漁場間における目の異なる箱網の魚種組成を比較すると、沖礁 27.5 mm および沖礁 20.2 mm では、沖礁 20.2 mm ではマアジが多くを占めているのに対し、沖礁 27.5 mm ではマアジ以外にカタクチイワシ、ブリおよびマサバ *Scomber japonicus* がほぼ同率を占めており、用いた網によって漁獲物の魚種組成に違いが見られた。一方、高砂 60.6 mm および高砂 27.5 mm では、どちらもマアジとカタクチイワシで約 60% を占めるなど魚種組成に大きな違いはなかった。このように、4 種類の第二箱網を用いた結果、単一の魚種が多くを占めた場合や、数魚種が均等に漁獲された場合など漁獲物の魚種組成が用いた網によってそれぞれ異なることが分かった。

網容積率と漁獲量 沖礁漁場および高砂漁場における網容積率と漁獲量との関係を Fig. 3 に示した。漁獲量については、調査日ごとの差が大きいため、網容積率を 0.1 ごととの階級に分け、各階級の平均値を示した。

網容積率に対する平均漁獲量はどの第二箱網においても

Table 2. Species composition in catch at Okiguri and Takasago set-nets

Okiguri set-net		Takasago set-net	
Mesh size 27.5 mm	Mesh size 20.2 mm	Mesh size 60.6 mm	Mesh size 27.5 mm
Jack mackerel 23.6%	Jack mackerel 38.7%	Jack mackerel 46.9%	Jack mackerel 40.9%
Japanese anchovy 8.5%		Japanese anchovy 15.1%	Japanese anchovy 17.9%
Yellow tail 7.1%		Yellow tail 12.8%	Swordtip squid 13.8%
Chub mackerel 6.9%			Yellow tail 7.3%
			Ribbonfish 5.5%

Jack mackerel *Trachurus japonicus*; Japanese anchovy *Engraurus japonicus*; Yellow tail *Seriola quinqueradiata*; Chub mackerel *Scomber japonicus*; Swordtip squid *Photololigo edulis*; Ribbonfish *Trichiurus lepturus*.

以下の (1)~(4) 式で表され、両者は直線で回帰される正の相関関係にあり、網容積率が高いほど平均漁獲量も多くなる傾向が認められた。

$$\text{沖礁 27.5 mm } y=2.7x-1.1(r=0.90, n=7, p<0.05)$$

(1)

$$\text{沖礁 20.2 mm } y=3.3x-1.5(r=0.87, n=7, p<0.05)$$

(2)

$$\text{高砂 60.6 mm } y=4.1x-1.3(r=0.88, n=7, p<0.05)$$

(3)

$$\text{高砂 27.5 mm } y=1.2x-0.25(r=0.69, n=9, p<0.05)$$

(4)

上述のように、今回の両実験漁場では使用した第二箱網に関して網規模で最大2倍の差、目合の大きさで最大40.4 mmの差が認められ、漁獲された魚種の組成においても異なっていた。このような、網の規模、目合の大きさ、魚種組成が異なる両漁場間であっても網容積率と漁獲量との間に正の相関関係が認められたことから、今回の実験で得られた結果は普遍的なものであり、同様の網型を持つ他の定置網漁場においても、揚網直前の網容積率と平均漁獲量との間に同様の関係があるのではないかと考えられる。このような関係は、網容積率が低くなると一度入網した魚群が出網し易く、網容積率が高くなると入網魚群は出網し難くなり、結果として漁獲量に増減がみられたために生じたと考えられる。したがって、定置網漁業で、通常の操業中に安定した漁獲を確保し、全体の漁獲量を増加させるには、網容積率を高く保つことが有効と考えられる。

網容積率と流速 第二箱網の目合が違うことによって、流速と第二箱網の網容積率との関係にどのような違いがあるかをみるために、沖礁 27.5 mm、沖礁 20.2 mm、高砂 60.6 mm および高砂 27.5 mm の各網について、流速を横

軸に、網容積率を縦軸にとって Fig. 4 に示した。“真潮系”の流れの場合、網容積率は4種類の網とも流速の増加に伴って減少する傾向を示した。その中でも、高砂 60.6 mm はいずれの流速階級においても他の箱網よりも明らかに高い網容積率を示した。また、沖礁 27.5 mm、沖礁 20.2 mm および高砂 27.5 mm については、それぞれ網規模が異なるにもかかわらず、いずれの箱網でも各流速階級における網容積率には大きな差は認められなかった。“逆潮系”の流れについても、0.6 kt 以上の流速階級で沖礁 27.5 mm、沖礁 20.2 mm および高砂 27.5 mm の箱網で網容積率の値にばらつきが認められた以外は、第二箱網の目合の違いによる流速と第二箱網の網容積率との関係には“真潮系”の流れと同様の傾向が認められた。なお、“逆潮系”の流れでは“真潮系”の流れの場合と比較して、流速の増加に伴って網容積率がより減少し、特に、流速階級が大きくなるほどその傾向がより顕著であった。一般に、網糸の太さや縮結を無視すれば目合が大きくなるほど網地の流水抵抗は減少し、結果として第二箱網は吹かれにくくなると考えられる。これらの結果から、網規模が異なっても目合が同じであれば、流速と網容積率との間にはほぼ一定の関係がみられることが明らかとなった。さらに、目合の大きい第二箱網は目合の小さいものより“逆潮系”、“真潮系”に関わらず網容積率をより高く保つことも明らかになった。

石戸谷ら (1997) は、水槽実験の結果から、同じ流向・流速条件で、大きい目合 (脚長 43.3 mm) の模型網の方が小さい目合 (脚長 23.3 mm) のそれより網容積率を高く保ったこと、両模型網の網容積率を比較すると、「真潮」、「逆潮」ともに、0.4 kt の時にその差が最も大きくなったことを報告している。このことは、第二箱網の目合

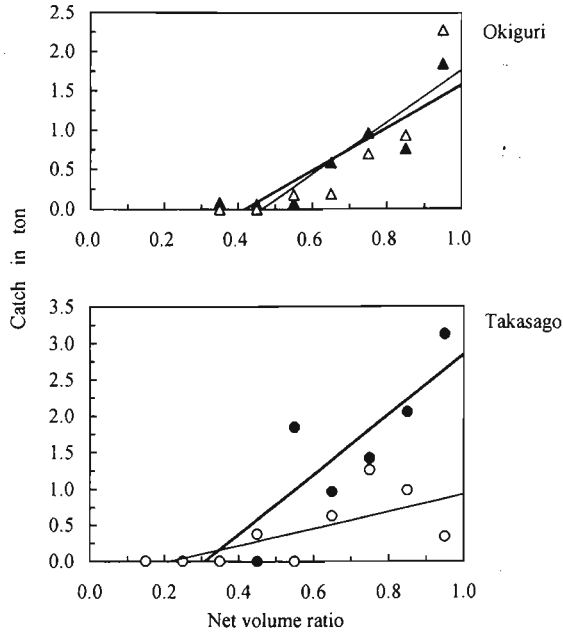


Fig. 3. Relationships between net volume ratio (NVR) of second bag net and the catch at Okiguri and Takasago set-nets.

Closed and open triangles indicate the catch at the second bag net mesh size 27.5 and 20.2 mm at Okiguri set-net, respectively. Bold and thin lines on upper panel indicate linear regressions fitted the relationship between NVR and the catch at Okiguri set-net. Closed and open circles indicate the catch at the second bag net mesh size 60.6 and 27.5 mm at Takasago set-net, respectively. Bold and thin lines on lower panel indicate linear regressions fitted the relationship between NVR and the catch at Takasago set-net. NVR is an average of the ratio of second bag net measured at 10 minutes intervals at a period before three hours a haul of the net. Catch is an average of the catch of second bag net at each 0.1 net volume ratio class.

を拡大することが第二箱網の網成り保持に高い効果を持つことを意味していると考えられる。したがって、今回の実験結果は石戸谷ら (1997) の水槽実験の結果を実際の定置網漁場において実証したことになる。

揚網の可否 上述したように、第二箱網の目合の拡大が網容積率を高く保つのに有効であることが明らかになった。そこで、この目合拡大が揚網の可否にどのように影響するかについて高砂漁場を対象として検討した。高砂 60.6 mm および高砂 27.5 mm について、0.1 kt ごとに揚網可能日および不可日の頻度を Fig. 5 に示した。なお、

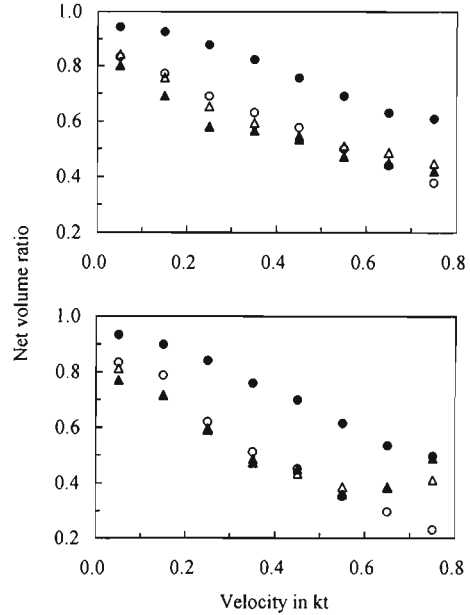


Fig. 4. Relationships between velocity and net volume ratio of second bag net under condition of categorized regular (upper panel) and reverse (lower panel) current directions.

Closed and open triangles and circles indicate the second bag net mesh sizes of 27.5 and 20.2 mm at Okiguri set-net and the mesh sizes of 60.6 and 27.5 mm at Takasago set-net, respectively. Categorized regular current direction includes *Mashio*, *Mashio/Deshio* and *Mashio/Yorishio*. Categorized reverse current direction includes *Sakashio*, *Sakashio/Deshio* and *Sakashio/Yorishio*.

波浪等、流向・流速以外の条件により揚網できなかった事例は解析には用いず、0.7 kt 以上の事例については、データ数が少ないため示さなかった。前述したように、高砂漁場の平均的な流速域は 0.4 kt 以下であった。そこで、0.4 kt 以下について揚網の可否を見ると、高砂 60.6 mm の方は 0.3 kt の時に若干揚網不可能日があった他はすべて揚網可能であったのに対し、高砂 27.5 mm の方は、0.2 kt の時にも揚網不可能日があり、0.4 kt では過半数が揚網不可能日であった。また、0.5 kt 以上の比較的速い流速域でも、高砂 60.6 mm の方が揚網可能日の頻度は高かった。

このように、第二箱網目合拡大の利点としては、流水抵抗が減少することによって今まで揚網できなかったような流速下でも揚網が可能になることが挙げられる。したがって揚網回数をより多く確保できるという点でも第二箱網の目合をより大きくすることは有効であると考えられる。

箱網の目合 以上に述べてきたように、脚長 20.2 mm

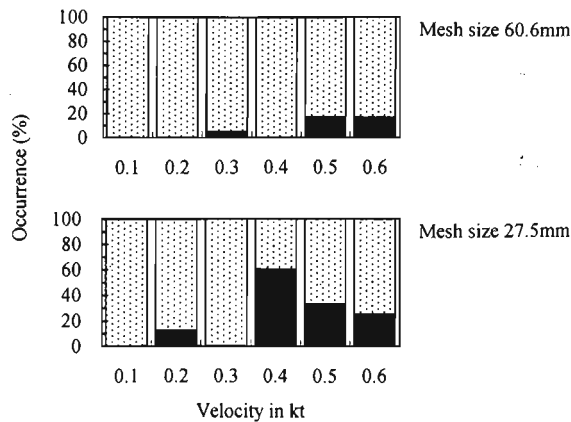


Fig. 5. Occurrence of hauling and unhauling days at the second bag net with 60.6 (upper panel) and 27.5 mm (lower panel) in mesh size of Takasago set-net under condition in each 0.1 velocity class. Dotted and closed columns indicate hauling and unhauling days, respectively.

や脚長 27.5 mm といった小さい目合の網に比べて、脚長 60.6 mm の目合の網には、網容積率を保ちやすく、揚網回数も増えるなど様々な利点が見出された。今回の調査結果から、調査対象とした漁場と同等の流向・流速条件を有する漁場においては、脚長約 60 mm の第二箱網を使用することが有効であると考えられる。

最適な第二箱網の目合とは、吹かれにくく（網容積率を

高く保ち)、魚群を効果的に漁獲し、しかも「羅網が起きにくく、魚群が網目から逃避しない最大の目合」と考えることができるであろう。今後は、魚群の網目からの逃避などについても詳細な調査を行い、漁場における最適な第二箱網の目合について検討していきたい。

本研究を進めるに当たり、新井崎漁業協同組合および本庄漁業生産組合の大型定置網乗組員の皆様には深度計の設置等で御協力を頂いた。深く感謝する。

文献

- 稲田博史・小池 篤・竹内正一・平元泰輔・石戸谷博範. 1997. 落とし網の箱網の流れによる容積変化. 東水大研報, **83** (1・2): 139-152.
- 石田善久. 1982. 定置網の箱網容積と入網漁獲量について. ていち, **62**: 54-59.
- 石戸谷博範・石崎博美. 1997. 神奈川県・富山県・石川県・京都府. 定置網漁業における混獲幼稚魚の適正管理に関する研究成果報告書. 159-169.
- 呉 鴻驥・鈴木 誠・稲田博史・兼廣春之. 1994. 底張りによる落とし網の網成り保持効果. 東水大研報, **81** (1): 19-36.
- 上野陽一郎・和田洋蔵・田中雅幸. 1998. 定置網の箱網容積と漁獲量との関係. 京都海洋セ研報, **20**: 48-55.

Synopsis

An Improvement for Catch Performances of Set-net —Effects of Mesh Size Enlargement for Second Bag Net—

Yoichiro UENO, Yozo WADA, Takashi TOJIMA, and Naoki SOBAJIMA

Field experiments using different kind of net scale and mesh size of second bag net for revealing effects of mesh size enlargement for catch performances were carried out at two set-net fishing grounds faced on the western part of Wakasa Bay, the Sea of Japan from 1998 to 1999.

Catch performances improve in order of increasing of net volume ratio (measured net volume/possible net volume; NVR) of second bag net just before hauling. Larger mesh size of second bag net induces high NVR and more harvest time than smaller one, in consequence of high catch performances.