

落とし網型定置網における漁獲量増加のための一手法—Ⅱ

—第二箱網の目合拡大が漁獲に与える影響—

上野 陽一郎
和田 洋 藏
戸嶋 孝
傍島 直 樹



漁獲量の増大を目指した箱網の目合拡大に伴って、網目から小型魚が逃避する恐れがある。そこで、箱網の目合を拡大した漁場において、羅網の有無および程度と、隣接漁場の漁獲量との比較から、小型魚の大量逃避の有無について検討した。その結果、マアジについては網目に大量に羅網していたことはなく、また、マアジ・マサバとも大目合の箱網でも漁獲量が減少しなかったことから、これらの魚種については魚捕部以外の箱網から大量に逃避する可能性は低いと思われた。

落とし網型の定置網の箱網は、浮子と碇によって海面に固定された側張りから、海中に垂下された状態でその形状・容積を保持している。このため、箱網は潮の流れによって変形しやすく（稲田ら，1997；呉ら，1974；山口，2000），また、箱網の変形は魚群の入網や滞留を妨げるなど漁獲にとって重大な影響を及ぼす恐れがある（宮本，1952）。これに対し、著者らは、二段落し網型の定置網においては魚捕部を除く第二箱網に従来のものより大きい脚長 60.6 mm の網目を使うことで網の流水抵抗を弱め、変形を軽減して容積率を高く保つ方法を提案した（上野ら，1998；上野ら，2000）。しかし、この場合、拡大された網目から魚群が逃避し、漁獲量の減少を招く可能性があり、箱網の目合拡大を推進するにあたっては、漁獲量の変化について検討する必要があった。

そこで、著者らは、魚捕部を除く第二箱網の網目からの魚の逃避行動によって生じる影響を羅網の有無および漁獲量の変化という2つの面から検討した。その結果、盛漁期の小型のマアジ *Trachurus japonicus* およびマサバ *Scomber japonicus* が魚捕部以外の第二箱網の網目から大量に逃避することはなく、漁獲量が著しく減少することはないということが示唆されたので報告する。

材料と方法

調査対象漁場および調査期間 調査対象とした漁場は、丹後半島の東側にあり、若狭湾の西端に位置する本庄漁業生産組合の高砂漁場、蒲入漁業協同組合の真嶋漁場および新井崎漁業協同組合の沖礁漁場の合計3ヵ所の定置網漁場（Fig. 1）とした。これら3漁場の定置網の網型は、いずれも片落とし式、二段落し網型の大型定置網である。それぞれの第二箱網およびその魚捕部の目合を Table 1 に示した。高砂漁場は、京都府内で最も大きい目合である脚長 60.6 mm と府内で通常使用されている脚長 27.5 mm の2種類の第二箱網（以下、それぞれ高砂 60.6 mm および高砂 27.5 mm と呼ぶ）を交互に使用していることから、魚捕

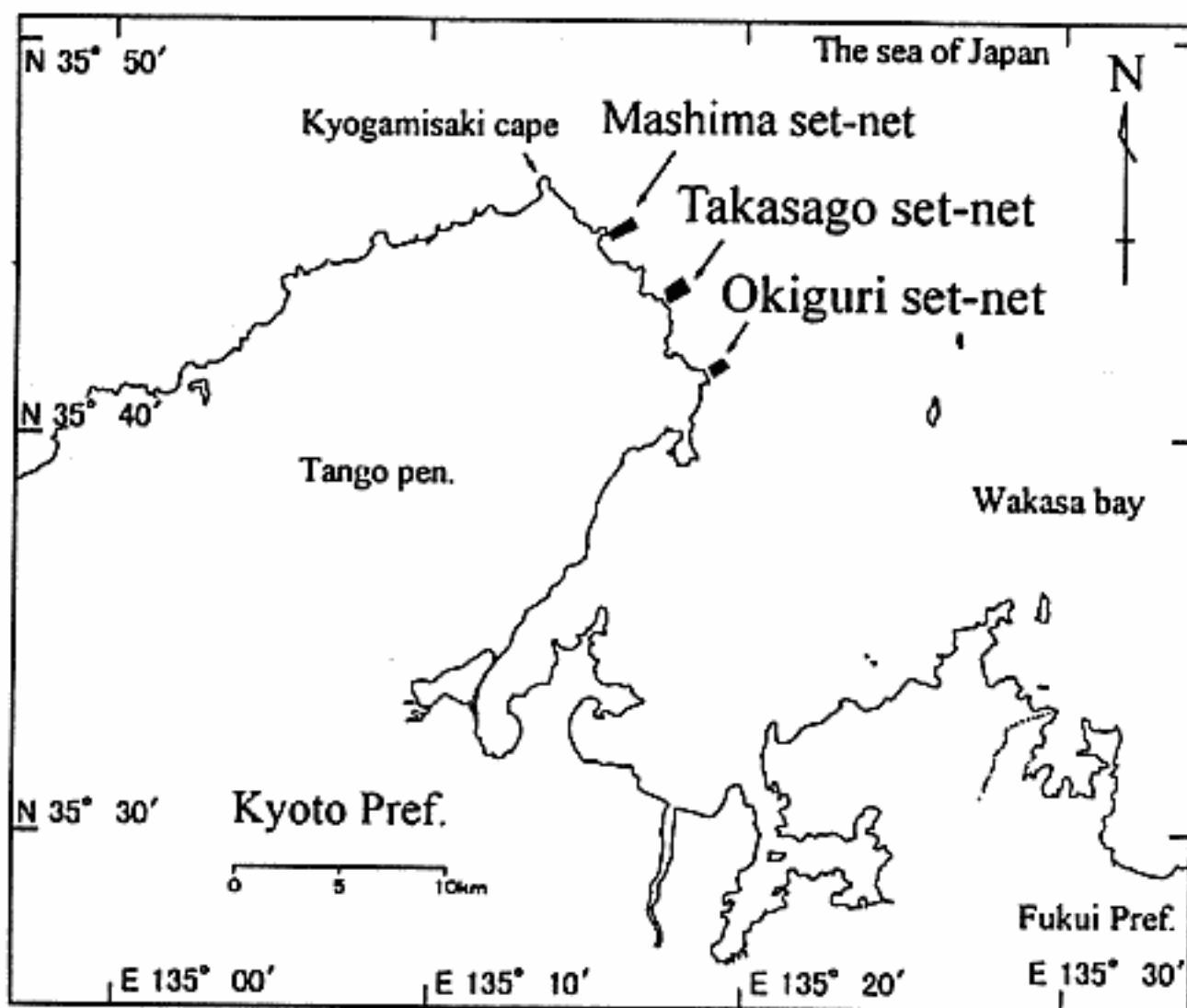


Fig. 1. Map showing locations of set-nets surveyed in this study.

Table 1. Mesh sizes of survey set-net

Set-net	Second bag net	"Uodori"
Takasago	60.6 mm	23.3 mm
	27.5 mm	23.3 mm
Mashima	27.5 mm	20.2 mm
	20.2 mm	20.2 mm
Okiguri	27.5 mm	20.2 mm
	20.2 mm	17.8 mm

"Uodori" is the edge of second bag net where fishes are finally harvested.

Table 2. Periods of mesh size enlargement of second bag net at Takasago set-net

Periods	
L1	1997/12/26–1998/ 3/ 3
L2	1998/ 5/28–1998/ 7/ 8
L3	1998/ 9/15–1998/12/22
L4	1999/ 2/17–1999/ 4/30
L5	1999/ 6/ 5–1999/ 7/23
L6	1999/ 9/24–1999/12/28
L7	2000/ 1/30–2000/ 4/13
L8	2000/ 5/26–2000/ 7/ 7

部を除く第二箱網の網目からの魚の逃避を検討する調査対象とした。また、漁獲量の増減について対比するために、主要魚種の漁獲状況が高砂漁場と類似し、隣接している真鶴漁場および沖礁漁場を選定した。

調査期間については、高砂 60.6 mm が導入された1997年12月26日から2000年11月30日までとした。この期間のうち、高砂 60.6 mm が使用された8回の期間を L1～L8 として Table 2 に示した。

調査対象魚種 網目から小型魚が逃避した場合に漁獲量の減少が大きいと予想される魚種であり、また、いずれの組合でも出荷される魚種の漁獲量は銘柄別に記録されるため、その銘柄と体長との関係が明確な魚種であるマアジお

よびマサバの2魚種を今回の調査対象魚種として選んだ。

羅網調査 定置網の場合、刺し網とは異なり、魚は網の存在を認めた上で網目からの逃避行動を起こすと考えられる(上野ら, 1997)。したがって、第二箱網に入網した網目に羅網する可能性のある大きさの魚が網目からの逃避行動を起こしたとすると、第二箱網の網目に羅網する可能性が高い。つまり、第二箱網に羅網があるということはその魚が逃避行動を起こしたと推定され、羅網魚が大量にいるということはそれだけ多くの魚が逃避行動を起こしたことを示唆しているものと考えられる。

そこで、この仮定に基づき、第二箱網からの大量逃避の可能性を羅網魚の有無で推定した。まず、上野ら(1997)

の計算式を用いて、脚長 60.6 mm の網目に対するマアジの羅網体長範囲を求めた。次に、漁業者に対して、調査期間中に羅網魚が目立って多かったことがあったかどうかを聞き取るとともに、2000年5月26日および6月21日に定置網船に乗船して羅網魚の確認を行い、漁獲されたマアジの体長を測定し、羅網体長範囲内にあるかどうかを調べた。また、羅網の有無から逃避行動を説明するには、これらの体長範囲にあるマアジが第二箱網に入網していることを確認する必要があることから、2回の乗船調査を含む高砂 60.6 mm 使用期間中（2000年5月26日～7月7日）に漁獲された羅網体長範囲内にあるマアジの漁獲量を調査した。

漁獲量調査 第二箱網への入網魚の大きさが羅網体長範囲の下限より小さい場合には、上述のように網目からの逃避を羅網の有無によって確認することはできない。そこで、マアジとマサバについて体長と最大体胴周長との関係（上野ら、1994）から、高砂 60.6 mm から逃避する可能性があり、かつ高砂 27.5 mm からは逃避しないそれぞれの銘柄を対象として、高砂 60.6 mm 使用時の漁獲量の変化を調べた。解析に用いた銘柄は、マアジでは「小あじ」、「あじ仔」および「あじ仔混じり」の3銘柄、マサバでは「小さば」、「さば仔」、「さばの仔」および「さば仔混じり」の4銘柄とした。各銘柄の魚体の大きさは、通常、「小あじ」・「小さば」は1歳魚を「あじ仔」・「さば仔」・「さばの仔」は0歳魚をそれぞれ指していることから、マアジでおよそ尾叉長 18 cm 以下、マサバでおよそ尾叉長 20 cm 以下であった。

稲田ら（1996）が行った定置網の垣網撤去による漁獲量への影響解析の手法を用いて、以下の解析を行った。高砂漁場およびこれと隣接する2漁場（真嶋漁場および沖礁漁場、以下、隣接漁場と呼ぶ）の高砂 60.6 mm 導入以前5ヵ年（1990～1992年および1996、1997、1993～1995年の3

ヵ年は漁獲量データが不備であるため解析に用いなかった）の漁獲量データを用いて、漁場ごとの月別一操業日あたりの平均漁獲量を求めた。次に、その5ヵ年の漁獲量データについて1年間を魚種ごとの漁獲のされ方によって区切り、重回帰分析によりその区分ごとに隣接漁場の漁獲量から高砂漁場の推定漁獲量を求めた。ただし、推定漁獲量は、分析の結果2者間に相関関係が認められた場合のみ推定式を求めて算出した。さらに、高砂 60.6 mm 使用時の隣接漁場の漁獲量を上記の推定式に代入して高砂 60.6 mm の推定漁獲量を求め、実際の高砂 60.6 mm の漁獲量との平均値の差を分散分析により検定した。

その際、多重共線性を避けるために、説明変数である隣接漁場の漁獲量が互いに独立していることをあらかじめ単重回帰分析によって確かめ（為石ら、1997）、2者の相関が強い場合には重回帰分析を行わないこととした。なお、漁獲量 C は一般に歪度正の分布を示すためこれを対数変換して正規分布に近づけた値を解析に用いることとした。また、 $\log C = -\infty$ を避けるため、便宜的に漁獲量に1を加えて $C+1$ とし、 $\log(C(\text{kg})+1)$ として漁獲量を処理した（川上、1981）。

結果と考察

羅網調査 L8 期間（Table 1）中の高砂漁場で漁獲されたマアジの体長組成と高砂 60.6 mm に対するマアジの羅網体長範囲を Fig. 2 に示した。高砂 60.6 mm に対するマアジの羅網体長範囲は 16.5～23.5 cm と算出された。これに対し、測定を行ったマアジの体長範囲は 19.5～24.5 cm および 19～23 cm であり、2例とも、ほぼ羅網体長範囲内に入っていた。このことから、これらのマアジが網目からの逃避行動を起こせば羅網する可能性が高いと思われる。このサイズのマアジが、L8 期間中に体長を測定した日以外にも漁獲され、かつ羅網が認められなければ網目か

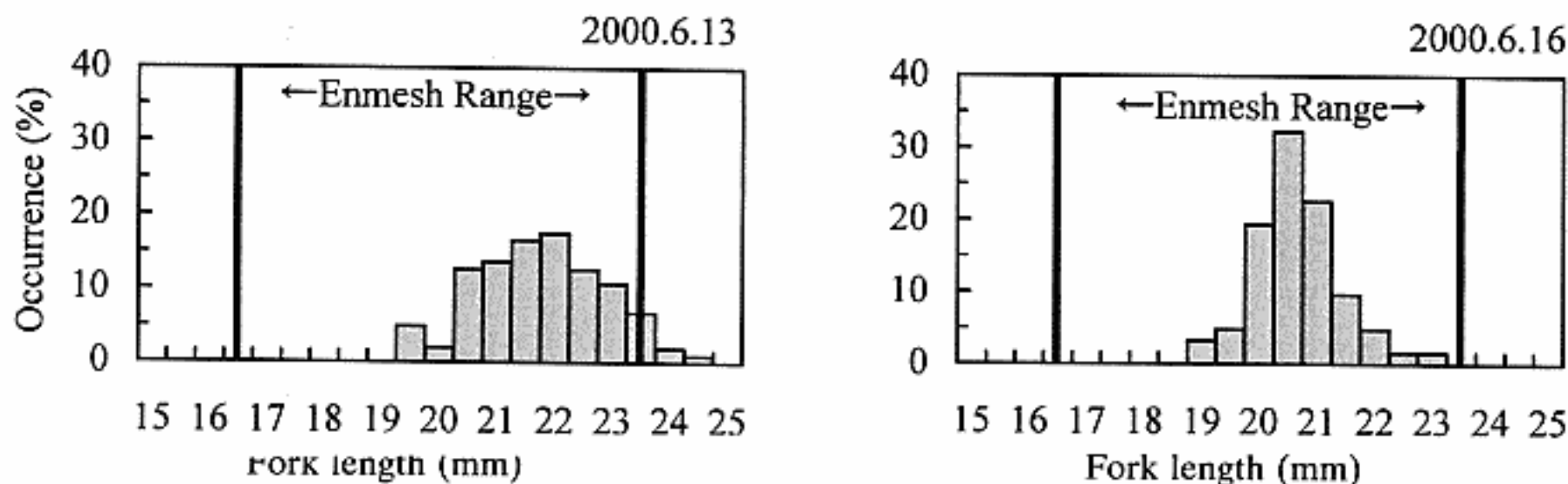


Fig. 2. Sizes of jack mackerel *Trachurus japonicus* caught by Takasago set-net while mesh size enlargement of second bag net. Enmesh range was calculated with the method after UENO *et al.*, 1997.

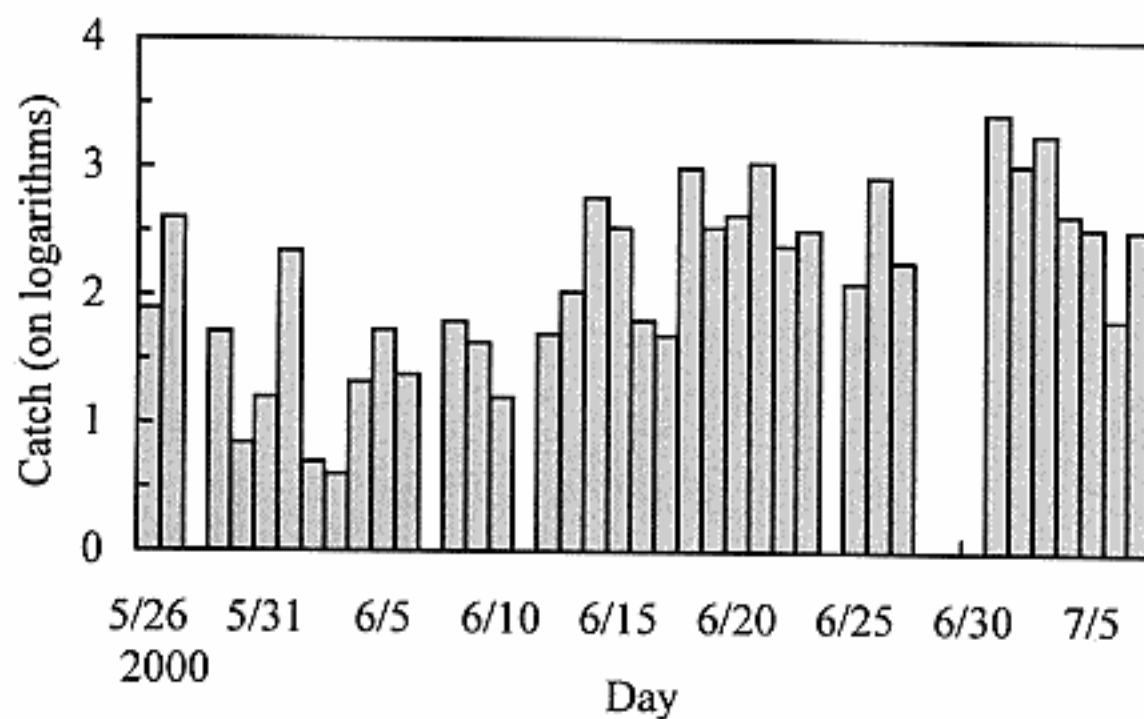


Fig. 3. Catch of jack mackerel *Trachurus japonicus* at Takasago set-net in the period of large mesh size used (L8; refer table 2). The day when a quantity of catch showed zero are the day that the net was not hauled.

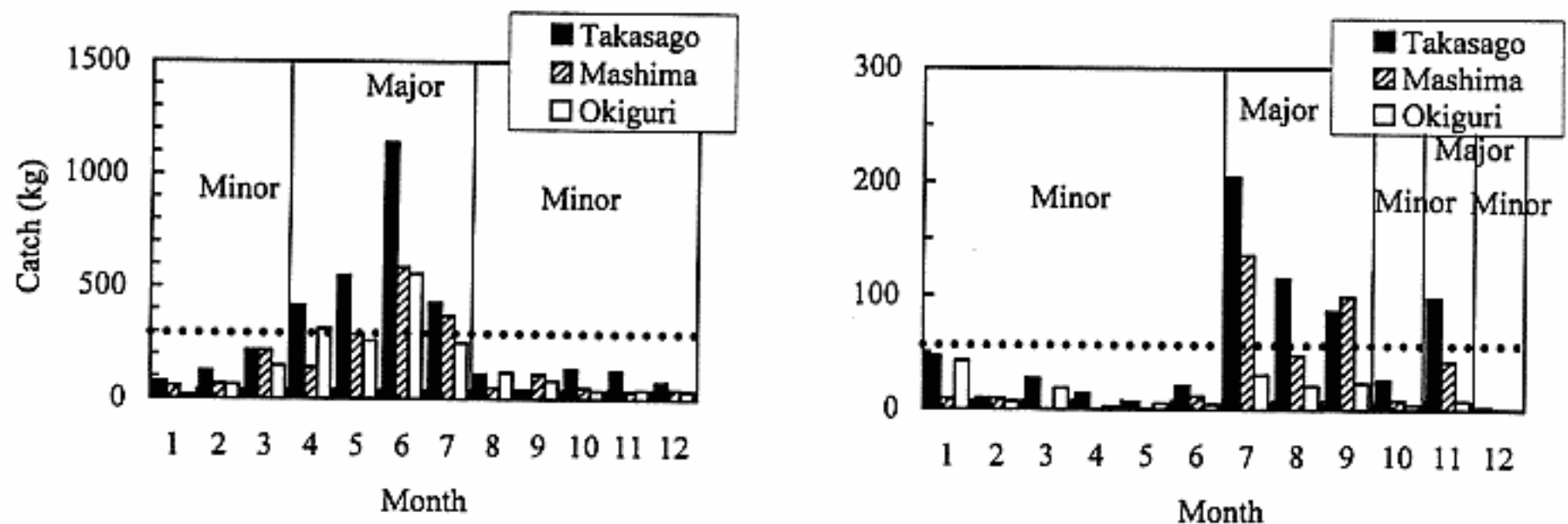


Fig. 4. Monthly averaged daily catch of jack mackerel *Trachurus japonicus* (left) and chub mackerel *Scomber japonicus* (right) at each set-net. Fishing seasons were classified by catch amount at Takasago set-net as major and minor. Bold dotted lines indicate mean catch of each species at Takasago set-net.

らの逃避は少ないと考えられる。そこで、L8 期間中のマアジの漁獲状況をまとめて Fig. 3 に示した。なお、このサイズのマアジは、通常「中あじ」銘柄に区分されるため、この銘柄に限って示した。

L8 期間中の実作業日数36日間毎日「中あじ」が漁獲されており、うち4日間は1,000 kg 以上（対数変換値で3.0以上）が漁獲されていた。一作業日あたりの平均漁獲量は542 kg（同2.7）であった。これらの結果から、網目からの逃避行動を起こせば第二箱網に羅網する可能性が高いサイズのマアジが、高砂 60.6 mm 使用時に連日漁獲されていたことが分かる。

次に、漁業者に対して大量羅網の有無を聞き取った結果、調査期間中、高砂 60.6 mm および高砂 27.5 mm とともにマアジが大量に羅網していた例はなく、著者らが乗船して羅網の調査を行った際にもマアジの羅網は認められな

かった。また、魚体の大きさと網目内周長との関係から、羅網する可能性があると考えられるマサバについても、漁業者に対する聞き取り結果、乗船調査の結果ともに魚捕部以外の第二箱網の網目における大量羅網は認められなかった。

大型魚の入網や網成りなど種々の要因により、魚捕部以外の第二箱網で時として羅網が引き起こされることはある。しかし、少なくとも、マアジに関しては羅網体長範囲内の魚群の入網があったにもかかわらず魚捕部以外の第二箱網に大量に羅網した例はなく、また、他の魚種に関しても1997年12月26日以降の調査期間中、大量羅網は認められなかった。これらのことから、魚捕部を除いた第二箱網の網目への魚の羅網はあまり頻繁に起こる現象ではないと推測された。

漁獲量調査 羅網の有無では第二箱網の網目からの逃避

が確認できない小型のマアジおよびマサバについて、漁獲量の変化を検討した。両魚種の高砂漁場、真嶋漁場および沖礁漁場の3漁場における過去5ヵ年の一操業日あたりの月平均漁獲量を Fig. 4 に示した。両魚種ともに平均漁獲量は月による変動が大きかった。こうした漁獲の多寡が、漁場ごとの漁獲のされ方に大きい影響を与える可能性があるため、両魚種ともに1年間を漁獲量の多い時期と少ない時期の2期に分け、それぞれについて解析を行った。漁期を分けるにあたっては、高砂漁場の年間の平均漁獲量を魚種ごとに求め、これを基準として、平均値を超えた月を盛漁期、超えなかった月を閑漁期とした。マアジおよびマサバの平均漁獲量はそれぞれ 286 kg および 55 kg であった。マアジについては4月から7月、マサバについては7月から9月および11月の漁獲量が平均値を超えていたため、それぞれこれらの時期を盛漁期とし、それ以外の時期を閑漁期とした。

これら2魚種2期間について、多重共線性を避けるために行った単回帰分析の結果を Fig. 5 に示した。これら2

漁場間の相関係数は、マアジでは、盛漁期に0.0715、閑漁期に0.664、マサバでは、盛漁期に0.316、閑漁期に0.417という結果となり、いずれの魚種についても盛漁期に低く、閑漁期に高い傾向を示した。有意確率は、2魚種ともに閑漁期において0.05より小さく、有意水準5%で相関が認められた。そこで、これら2魚種2期間について行列式を算出し、その結果を Table 3 に示した。行列式の値が0または0に極めて近い場合には多重共線性の状態にあるといわれる(内田, 2000)が、今回最も小さい値であるマアジの閑漁期が0.559であり、多重共線性の状態にはないことが明らかになった。

これらの結果を受けて、マアジおよびマサバについて、盛漁期、閑漁期ともに重回帰分析を行うこととした。高砂漁場および両隣接漁場の月別平均漁獲量データの重回帰分析結果を Table 4 に示した。3漁場間の漁獲量については、すべての事例において有意確率が0.05より小さく、したがっていずれの場合にも有意水準5%で相関が認められ、重回帰式が有効であることが確かめられた。このた

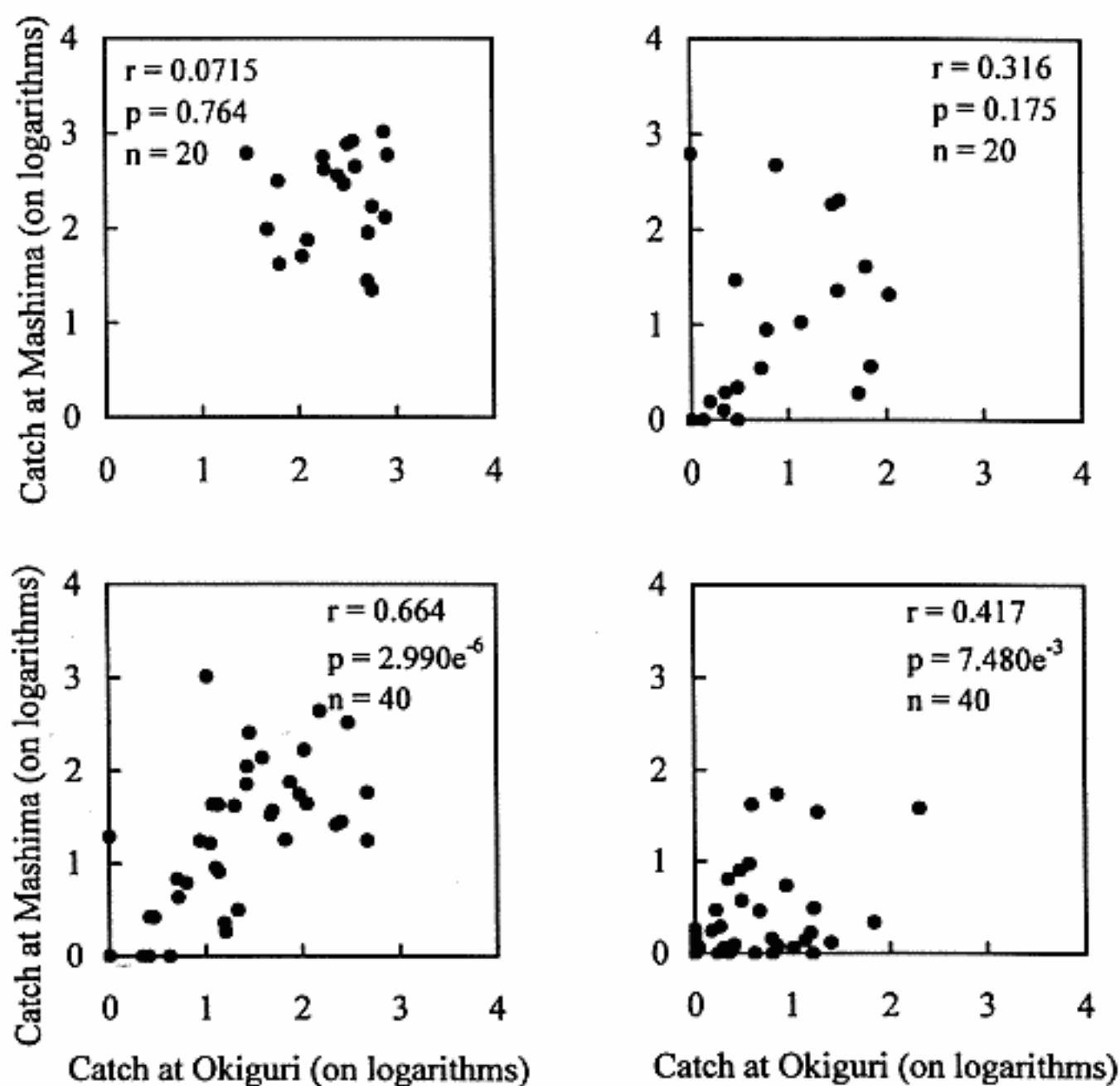


Fig. 5. Relationship between monthly daily catch at Okiguri and Mashima set-nets. Each panel indicates jack mackerel *Trachurus japonicus* (left) and chub mackerel *Scomber japonicus* (right), and major (upper) and minor (lower) fishing seasons, respectively.

Table 3. Correlation between Mashima and Okiguri set-net, and the determinants of correlation matrixes

Species	Jack mackerel <i>Trachurus japonicus</i>		Chub mackerel <i>Scomber japonicus</i>		
	Fishing season	Major	Minor	Major	Minor
Correlation coefficient		0.0715	0.664	0.316	0.417
Determinant		0.995	0.559	0.900	0.826

Table 4. Multiple regressions of monthly averaged daily catch between Takasago and adjoining set-nets

Species	Fishing season	Squared multiple correlation coefficient adjusted the degrees of freedom	Significance probability	Standard error	Regression equations
Jack mackerel <i>Trachurus japonicus</i>	Major	0.567	$3.162e^{-4}$	0.320	$y=0.789x_1+0.272x_2+0.0576$
	Minor	0.583	$3.473e^{-8}$	0.497	$y=0.495x_1+0.338x_2+0.561$
Chub mackerel <i>Scomber japonicus</i>	Major	0.484	$1.401e^{-3}$	0.666	$y=0.793x_1+0.303x_2+0.363$
	Minor	0.359	$9.988e^{-5}$	0.485	$y=0.515x_1+0.302x_2+0.559$

y , x_1 and x_2 indicate Takasago, Okiguri and Mashima set-net, respectively.

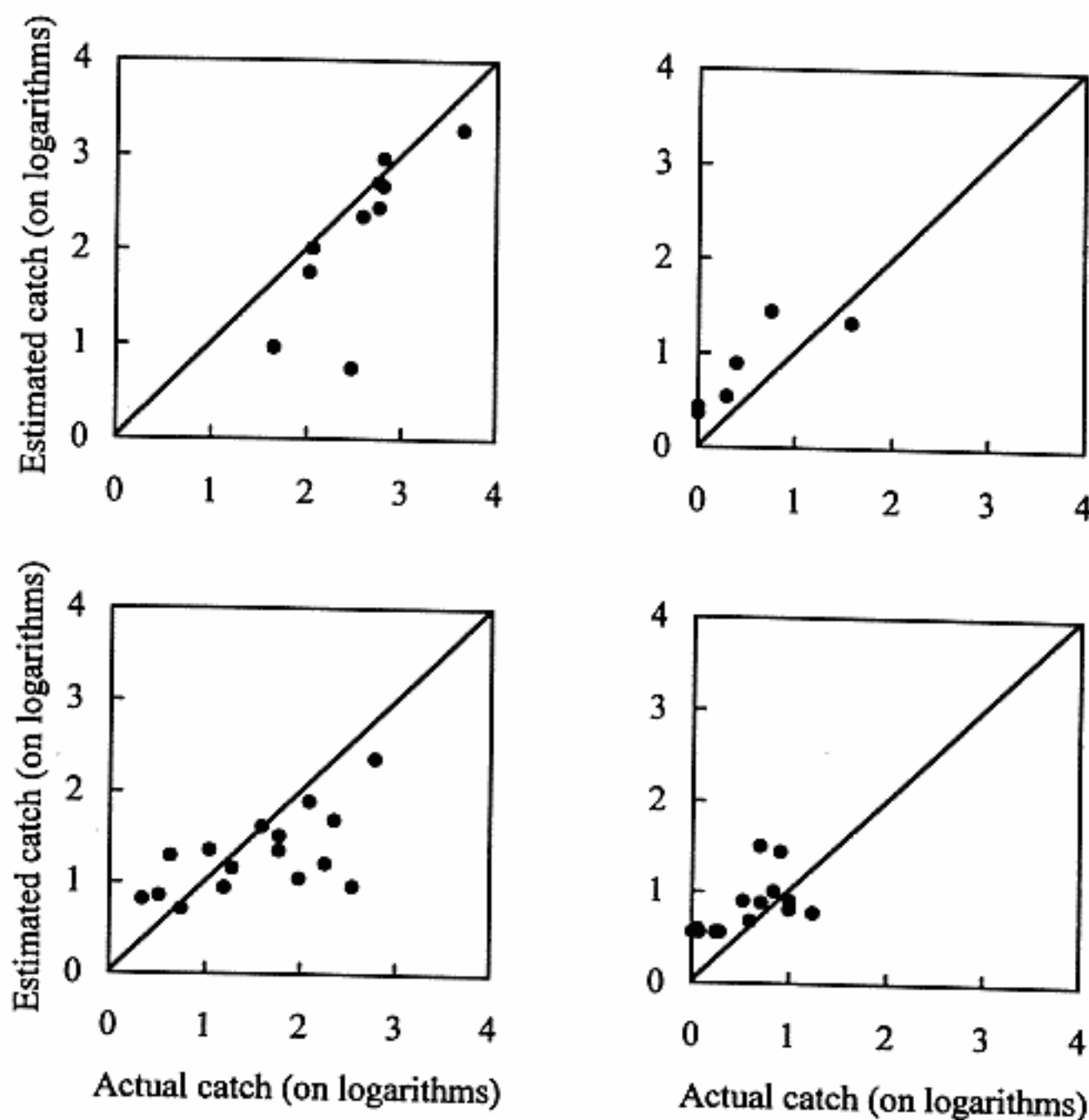


Fig. 6. Comparisons between actual and estimated catch at Takasago set-net. Each panel indicates jack mackerel *Trachurus japonicus* (left) and chub mackerel *Scomber japonicus* (right), and major (upper) and minor (lower) fishing seasons, respectively.

Table 5. Analysis of variance between estimated and actual catch at Takasago set-net

Species	Fishing season	F value	Significance probability	Difference of mean	Difference of catch (kg)
Jack mackerel <i>Trachurus japonicus</i>	Major	2.691	0.136	Not significant	—
	Minor	4.056	0.0428	Significant	15.6 (Estimated < actual)
Chub mackerel <i>Scomber japonicus</i>	Major	1.470	0.292	Not significant	—
	Minor	0.00611	0.939	Not significant	—

め、高砂 60.6 mm 使用期間のうち、盛漁期あるいは閑漁期に該当する月ごとに一操業日あたりの漁獲量を求め、これを Table 4 に示した推定式に代入して、高砂漁場の推定漁獲量を求めた。また、高砂漁場におけるこの推定漁獲量と実際の漁獲量との関係を Fig. 6 に示した。散布図を見ると、マアジの閑漁期でデータのばらつきが若干大きかったものの、概ね推定漁獲量は実漁獲量と似た値を示していた。

次に、これら推定漁獲量と実漁獲量との差を見るために一元配置の分散分析を行い、その結果を Table 5 に示した。マアジについては盛漁期、マサバについては盛漁期・閑漁期ともに、推定漁獲量と高砂 60.6 mm 使用時の漁獲量（以下、実漁獲量と呼ぶ）との間には、有意水準 5% で有意差が認められなかった。マアジの閑漁期については有意水準 5% で有意差が認められたが、実漁獲量が推定漁獲量を 15.6kg 上回っていた。すなわち、脚長 60.6 mm という大目合の第二箱網を使用しても、小型のマアジやマサバの漁獲量に変化がないか、もしくは若干の増加が認められたことになる。

以上の解析結果では、逃避が大きな問題となる「盛漁期」において、マアジおよびマサバともに推定漁獲量と実漁獲量との間に有意差がなく、高砂 60.6 mm 使用によって少なくとも漁獲量の減少は認められなかった。網目から小型のマアジおよびマサバが逃避することによる漁獲量の減少は、閑漁期より盛漁期に大きく現われることが予想されることから、これら 2 魚種が魚捕部以外の第二箱網の網目から大量に逃避している可能性は低いと思われた。

前報（上野ら、2000）で述べたように、第二箱網に脚長 60.6 mm の網地を使用することで、良好な網成り、漁獲量の増加、速い流速下での揚網回数確保など様々な利点が期待できる。今回の結果から、主要漁獲対象種である尾叉長 20 cm 前後のマアジおよびそれ以下の大きさのマアジおよびマサバについては、脚長 60.6 mm の第二箱網の網目からの大量逃避は考えられなかったことが示唆された。現在、京都府内の大型定置網漁場では、第二箱網の目合に脚長 27.5 mm や 20.2 mm といった細目網を使用し

ている漁場が少なくない。今後は、こうした漁場においても第二箱網の目合拡大を図り、より効率的な漁獲を目指すべきであろう。

最後に、本庄漁業生産組合、蒲入漁業協同組合および新井崎漁業協同組合の皆様には、乗船調査や水揚げ漁港での調査などで様々な便宜を図っていただき、現場での貴重な情報をいただきました。また、京都大学大学院農学研究科附属水産実験所 上野正博博士には、解析手法に関して丁寧にご指導いただきました。ここにあらためてお礼申し上げます。

文 献

- 稲田博史・小池 篤・竹内正一・平元泰輔. 1996. 垣網の撤去が定置網の漁獲に及ぼす影響. 東水大研報, **82**(2): 161-172.
- 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.
- 川上多左英. 1981. 漁獲試験 (1) 分散分析. 「漁業解析入門」, 141-174. 恒星社厚生閣.
- 宮本秀明. 1952. 定置網漁論. 218 pp. 河出書房.
- 為石日出生・花岡 明・四之宮博. 1997. 南下初期の操業データと暖水塊パラメータによるサンマ漁況予測. 水産海洋研究, **61**(1): 18-22.
- 内田 治. 2000. すぐわかる EXCEL による多変量解析. 92-99. 東京図書.
- 上野陽一郎・和田洋蔵・藤田真吾. 1994. 定置網漁業の資源管理に関する研究—I 混獲幼稚魚の胴周長と魚捕り部の目合との関係—. 京都海洋セ研報, **17**: 30-34.
- 上野陽一郎・和田洋蔵・田中雅幸・中西雅幸. 1997. 定置網漁業の資源管理に関する研究—III—マアジとマイワシの羅網（落とし網の目刺し）—. 京都海洋セ研報, **19**: 1-6.
- 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.
上野陽一郎・和田洋蔵・戸嶋 孝・傍島直樹. 2000. 落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—. 京都海洋セ研報, 22 : 16-21.

呉 鴻驥・鈴木 誠・稲田博史・兼廣春之. 1994. 底張りによる落し網の網成り保持効果. 東水大研報, 81 (1) : 19-36.
山口恭弘. 2000. 陥穽漁具の機能変化に関する研究. 長崎大水産学部研報, 81 : 1-41.

Synopsis

An Improvement for Catch Performances of Set-net—II —Influence on Catch Amount by Mesh Size Enlargement in Second Bag Net—

Yoichiro UENO, Yozo WADA, Takashi TOJIMA and Naoki SOBAJIMA

It was seemed that a deformation of bag net in set-net would have a great influence on the catch amount of fish. In previous paper the authors proposed that mesh size enlargement reduced a deformation of second bag net.

If the girth of fish is close to enlarged mesh perimeter, fish will be enmeshed when fish escapes from the second bag net. Further it is considered that fish escapes through the bag net and the catch amount decrease, if the girth of fish is smaller than enlarged mesh size.

So the authors made two experiments in the set-net fishing grounds faced to the western part of Wakasa Bay, one of which was observation about escape action of fish, especially jack mackerel *Trachurus japonicus*, from the second bag net with enlarged mesh size (60.6 mm), and another of which was analyzing the difference in catch amount of jack mackerel and chub mackerel *Scomber japonicus* between 60.6 mm mesh sized bag net and 27.5 mm mesh. And comparing the actual catch amount with the estimated one was made. The estimated catch amount was calculated with multivariate analysis.

As the result, there were no enmeshed jack mackerel on the second bag net with 60.6mm mesh size in May and June 2000. It was clear that the difference between the actual catch amount and the estimated one was not significant statistically ($p=0.136$, jack mackerel ; $p=0.292$, chub mackerel) in major fishing season. Therefore it was suggested that the fish es did not escape from the second bag net with enlarged mesh.