

熊野灘南部定置網漁場における漁獲の多様性と 投棄に関する事例研究

山根 猛*

(2007年2月23日受付, 2007年12月17日受理)

近畿大学農学部水産学科

Case study on the catch diversity of set net and discards operated
in the southern part of Kumano-nada

TAKESHI YAMANE

Department of Fisheries, Kinki University, Nara 631-0052, Japan

This study focused on the relationship between catch diversity of set net fishery and discards based on the relationship between the amount of landings, species diversity, and the amount of discards. The data used in the analysis represent the daily total landing and total discards from set nets operated in Taiji Bay, southern part of Kumano-nada (33°36'N, 135°58'E) during the 1998 and 2001 fishing periods. The results suggest that the amount of discards decreased with increase in the landings.

キーワード：種の多様性, 定置網, 投棄量, 水揚げ量

定置網漁業は我が国の沿岸漁業生産において極めて重要な地位を占める。ちなみに2004年度では沿岸漁業総生産量(1,576,598 t)の38% (604,913 t)に達している。¹⁾ 定置網のような受動漁具では、漁獲量そして種組成は漁具が設置される沿岸域での生物種の時間・空間分布の影響を運用漁具に較べて強く受ける。また生物地理学的な種の分布域の相違を反映して、漁獲種は地域により様々である。²⁻¹⁵⁾ 本漁業の漁獲特性を把握することは沿岸における漁獲対象資源の有効利用を図る上で不可欠である。

本研究対象とした定置網漁業が操業される太地湾(33°36'N, 135°58'E)は潮岬北東方約25 kmに位置し、北東に開口した面積2.2 km²のV字型の内湾(Fig. 1)で海岸線の大部分は岩礁帯である。湾内に設置される定置網の漁獲量・種組成は基本的には、黒潮の沿岸部への離接岸距離に強く制限される。たとえば黒潮が潮岬に接岸すると黒潮内側域の面積が縮小し、魚類の分布密度が高くなるため漁獲量が増加することが指摘されている。^{16,17)} さらに定置網で漁獲される深海性魚類である、ムツ *Scombroops boops*, そしてクロシビカマス *Promethichys Prometheus* の漁獲量は夏季に熊野灘海域に発生

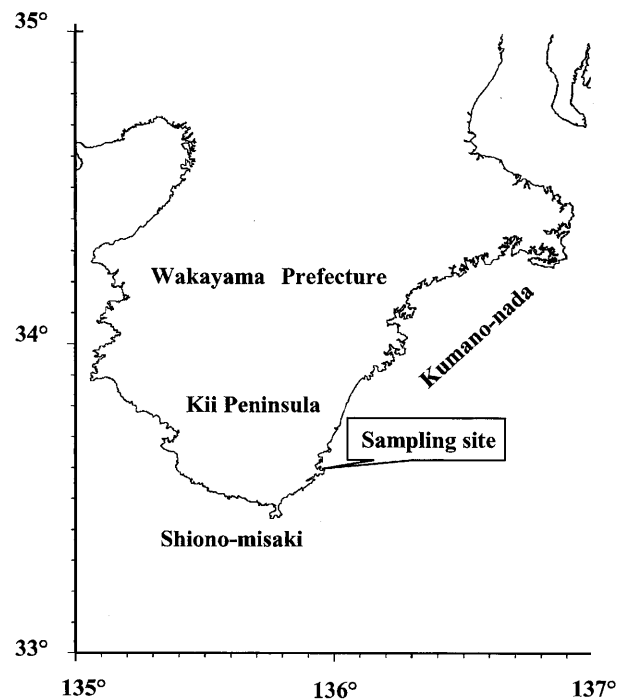


Fig. 1 Sampling site.

* Tel : 81-742-43-6285. Fax : 81-742-43-1316. Email : yamanety@nara.kindai.ac.jp

する沿岸湧昇に起因する湾内の一時的な水温低下に影響される。¹⁸⁾

定置網漁業の漁獲特性は混獲・投棄問題とも密接に関係することから、極めて重要であるにもかかわらず研究事例は少数¹⁹⁻²⁵⁾であり、断片的な成果は得られているものの必ずしも十分な理解は得られていないようである。

そこで、本研究では定置網の漁獲特性を評価するため、生物地理学的な種の分布域の相違を反映することが予想される漁獲種の多様性に焦点をあて、投棄魚種・量とどのように関わっているかについて検討するための基礎資料を得ることを目的に事例研究を実施した。

解析資料

解析資料には、和歌山県太地町太地水産共同組合所有の定置網 (Fig. 1)、大型定置網 (設置期間; 6月~12月, 設置水深約 30 m)、そして小型定置網 (設置期間; 7月~11月, 設置水深約 15 m) の操業に 2001 年 5 月から 11 月の期間、計 15 回同行して得られた日別種別水揚げ量・投棄量、および 1998 年度の調査結果 (7 月から 11 月の期間、計 33 回) を合わせて用いた。漁獲物は一括して水揚げ場において投棄あるいは水揚げに区別される。各定置網の日別水揚げ量・投棄量は一括して整理した。なおクロシビカマス、そしてメアジ *Selar crumenophthalmus* は水揚げあるいは投棄に選別される²⁴⁾ ことから前者は個体の尾叉長および体重を測定した。後者については、市況により水揚げ量が左右される²⁵⁾ こと、また漁獲個体の体長差が僅少であったことから体長測定は実施しなかった。当該年度漁期中の日別種別水揚げ量は同組合所有の日別種別水揚げ統計から引

用した。湾内の水温は、定置網漁場から約 2 km 湾奥に位置する太地町立鯨博物館の天然プールで毎日 3 回 (午前 9 時, 午後 1 時, そして午後 5 時) 測定されている表面水温資料から、日別平均水温を求め当該日の湾内水温 (以降水温と記す) とした。

結果

魚群の湾内への移入量は黒潮内側域に分布する沿岸性種の分布密度そして流軸の位置によって規定される²⁶⁾ とすれば、基本的には本定置網の水揚げ量・種組成は黒潮勢力に制限される。そこで投棄魚種・量の変動について検討するための基礎資料である当該年度漁期中の日別総水揚げ量 (以下水揚げ量と記す) の経日的推移、水温、そして調査期間の総投棄量 (以下投棄量と記す) を合わせて示す (Fig. 2)。水揚げ量は、日々大きく変動するものの大略水温が上昇する初夏から夏にかけて漸増、水温が低下する晩夏から晩秋にかけて減少する。投棄量は晩秋には概して減少する。

当該漁期の投棄魚種一覧を Table 1 に挙げる。投棄魚種数は 8 月が最大 (48 種) で月を経るにつれて減少する (11 月最小, 27 種)。調査期間中の投棄魚種数は 59 種で 1998 年度²⁴⁾ より増加した。

現地調査実施日の投棄量を上位 10 種について Fig. 3 に示す。本定置網では、クロシビカマスの投棄量が最大である。この結果は 1998 年度に実施した調査結果と同様である。²⁴⁾ 1998 年度に投棄されていたメアジは、2001 年度では漁獲量が僅少であったことから、Fig. 3 には現われなかった。

クロシビカマスは両年度を通して投棄・水揚げの両方に出現することから、本定置網では、本種の漁獲の多寡

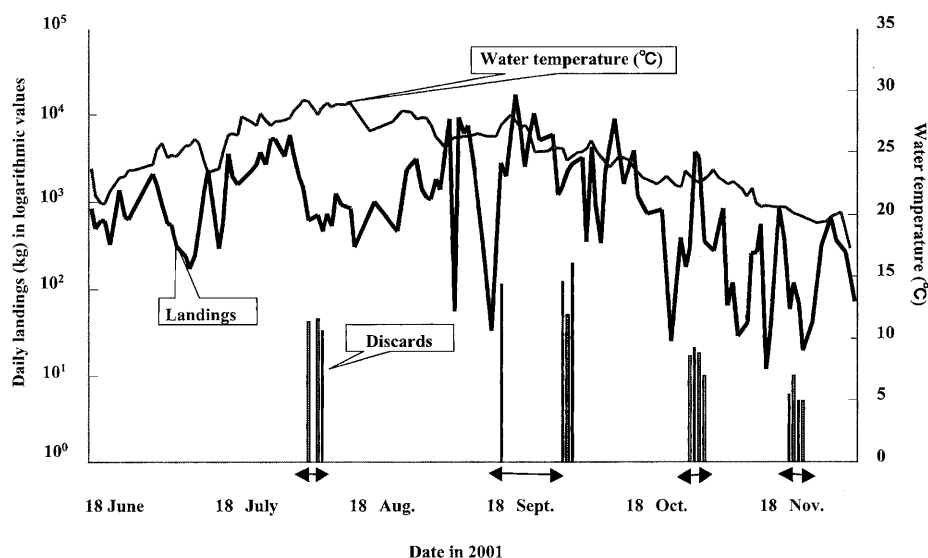


Fig. 2 Daily changes in total landing, total discards, and water temperature.

Table 1 Discard species in the area during the 2001 fishing period

Species	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Species	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.
<i>Promethichthys prometheus</i>	A	A	A	A	<i>Trichiurus japonicus</i>	A	A	N	A
<i>Selaroides leptolepis</i>	A	A	A	A	<i>Takifugu niphobles</i>	A	A	N	A
<i>Selar crumeniphthalmus</i>	A	A	A	A	<i>Lagocephalus wheeleri</i>	A	A	N	A
<i>Fistularia commersonii</i>	A	A	A	A	<i>Foa brachygramma</i>	A	N	A	A
<i>Saurida sp.</i>	A	A	A	A	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	N	A	A	A
<i>Labracoglossa argentiventris</i>	A	A	A	A	<i>Thamnaconus modestus</i>	A	A	N	N
<i>Beryx splendens</i>	A	A	A	A	<i>Scomber australasicus</i>	A	A	N	N
<i>Parapriacanthus ransonneti</i>	A	A	A	A	<i>Urolophus aurantiacus</i>	A	A	N	N
<i>Trachurus japonicus</i>	A	A	A	A	<i>Chaetodon auripes</i>	A	A	N	N
<i>Alectis ciliaris</i>	A	A	A	A	<i>Zanclus cornutus</i>	A	A	N	N
<i>Ariosoma anagoides</i>	A	A	A	A	<i>Girella melanichthys</i>	A	A	N	N
<i>Spratelloides gracilis</i>	A	A	A	A	<i>Siganus fuscescens</i>	A	A	N	N
<i>Sardinops melanostictus</i>	A	A	A	A	<i>Prionurus scalprum</i>	A	A	N	N
<i>Engraulis japonicus</i>	A	A	A	A	<i>Diodon hystrix</i>	A	A	N	N
<i>Diaphus watasei</i>	A	A	A	A	<i>Chilomycterus reticulatus</i>	A	A	N	N
<i>Scombrops boops</i>	A	A	A	A	<i>Daicocus peterseni</i>	A	N	N	A
<i>Ostracion immaculatus</i>	A	A	A	A	<i>Thunnus albacares</i>	A	N	N	N
<i>Lactria diaphana</i>	A	A	A	A	<i>Cypselurus agoo agoo</i>	A	N	N	N
<i>Sphyaena japonica Cuvier</i>	A	A	A	N	<i>Heterodontus japonicus</i>	A	N	N	N
<i>Apogon semilineatus</i>	A	A	A	N	<i>Triakis scyllium</i>	A	N	N	N
<i>Aulostomus chinensis</i>	A	A	A	N	<i>Myliobatis tobijei</i>	A	N	N	N
<i>Strongylura anastomella</i>	A	A	A	N	<i>Pterois lunulata</i>	A	N	N	N
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	A	A	A	N	<i>Sphyaena forsteri</i>	N	A	N	N
<i>Dasyatis akajei</i>	A	A	A	N	<i>Pagrus major</i>	N	A	N	N
<i>Goniistius zebra</i>	A	A	A	N	<i>Mugil cephalus cephalus</i>	N	A	N	N
<i>Canthigaster rivulata</i>	A	A	A	N	<i>Diagramma pictum</i>	N	N	A	N
<i>Microcanthus strigatus</i>	A	A	N	A	<i>Choerodon azurio</i>	N	N	A	N
<i>Upeneus japonicus</i>	A	A	N	A					

A: species appeared; N: species did not appear.

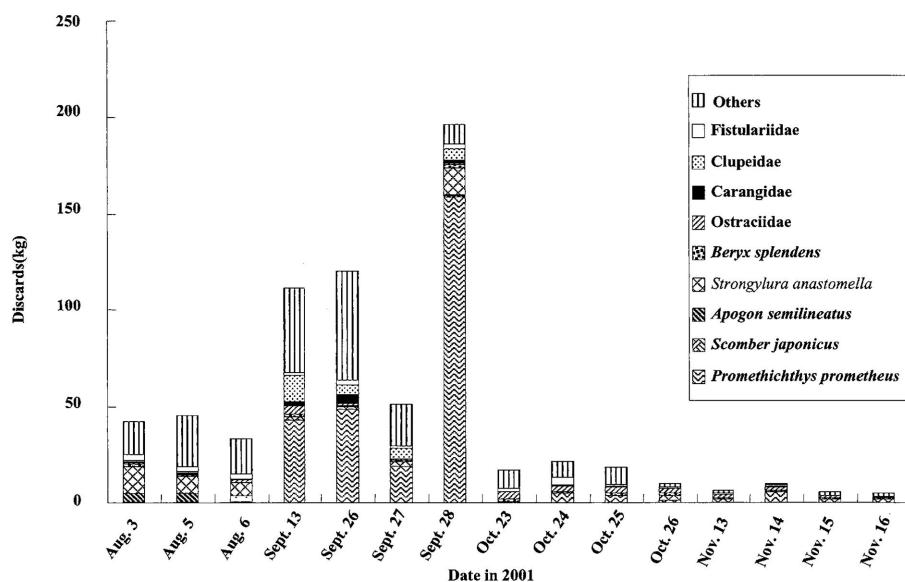


Fig. 3 The major discard species during the sampling period.

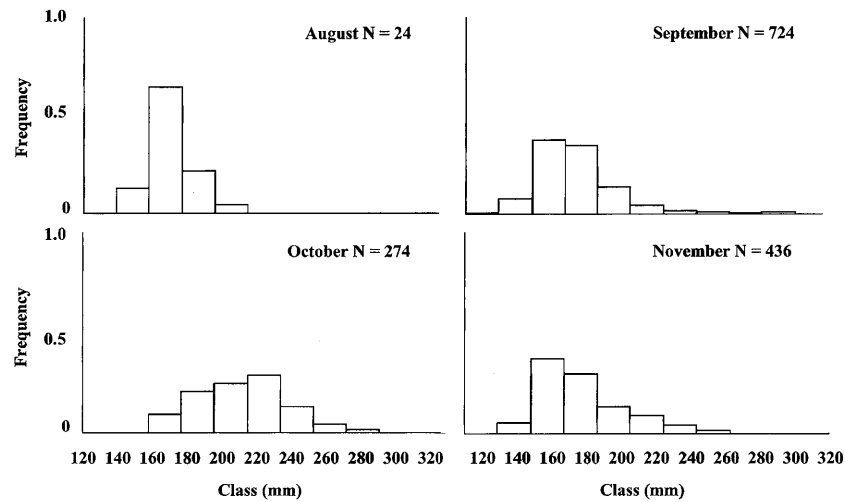


Fig. 4 Fork length distributions of discarded *Promethichthys promethetus*. N: total number of individuals discarded each month.

が投棄問題を考える際に重要な要因であると見て差し支えない。そこで本種の水揚げ・投棄に選別されるサイズについて検討するために、漁業者により投棄個体に選別された個体から選別作業時間の制約を考慮して、1操業当たりの最大採集サンプル数を150個体としてランダムサンプリングした。結果は月別にFig. 4に示す。投棄個体尾叉長組成の頻度分布のモードは月により異なるものの投棄個体の最大サイズは310 mm以下である。

黒潮の内側域に分布する沿岸性魚種の分布密度は流軸の離接岸の度合いに影響される^{16,17,26}とすれば、湾内への魚群の移入量とともに種多様性（以下多様性と記す）が投棄種・量にも深く関与することが予想される。そこで、流軸の潮岬からの離接岸距離と多様性との関係について、ここでは、包括的な多様性を示すShannon指数 ($\delta = -\sum(n_i/N) \log(n_i/N)$; n_i , 個々の種のもつ重要度の数値; N , 重要度の総和²⁷)を求め整理した。ここでは重要度の数値には個体重量を用いた。Fig. 5に示すように、 δ は日々大きく変動し、多様な種類の魚類が水揚げされている。流軸は2001年度漁期では離接岸距離は20~40マイルの範囲で変動し、7~8月に離岸距離が一時的に40マイル前後になった時に δ は減少する。その後、離岸距離が20マイル前後になった時に δ は減少前の水準に回復している。

水揚げ量と多様性の関係について整理する。まず、水揚げ量そして δ の頻度分布を両年度あわせてFig. 6に示す。両年度とも前者は左に歪む分布型を示す。年度により水揚げ量は大きく相違するものの、漁期中では大量水揚げの頻度はそれほど多くはない。 δ の分布は歪みが水揚げ量の分布型より少ない。

次いで、水揚げ量と多様性の関係について両年度漁期を通して包括的に処理し、検討するためにFig. 6に示

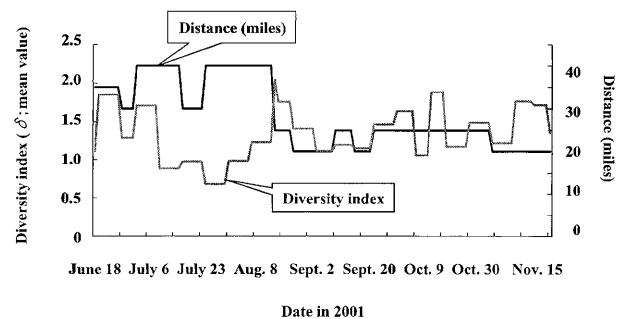


Fig. 5 Variations in diversity of total landing and the distance (mile) from Shiono-misaki to the position of the axis of the Kuroshio in 2001.

$$\text{Diversity index } (\delta) = -\sum(n_i/N) \log(n_i/N)$$

n_i : numerical value indicating the importance of each species; N : sum total.

す頻度分布の各階級における平均値を代表値として算出し、水揚げ量と δ の関係を整理した。Fig. 7に1998年度の結果と合わせて示す。水揚げ量そして δ には大きな年間変動がある。2001年度は水揚げ量そして δ は、それぞれ1998年度の約3倍でそして約2倍である。

操業に同行した時の水揚げ量と投棄量の関係をFig. 8に示す。1998年度では、結果は分散して分布する。一方、2001年度では、投棄量が100 kgを超えた3例を除外すれば、漁獲量にかかわらず50 kg未満である。調査期間中の最大水揚げ量時では投棄量が約20 kgと極めて少量であった。

δ と投棄量の関係について投棄比 (D_{ratio} ; 投棄量/水揚げ量)を通して整理する。まず D_{ratio} の変動について検討するため、頻度分布を求めた。結果は1998年度とあわせてFig. 9に示す。両年度とも、左に歪む分布型を示し、 D_{ratio} は概ね0.1以下に分布している。調査期間

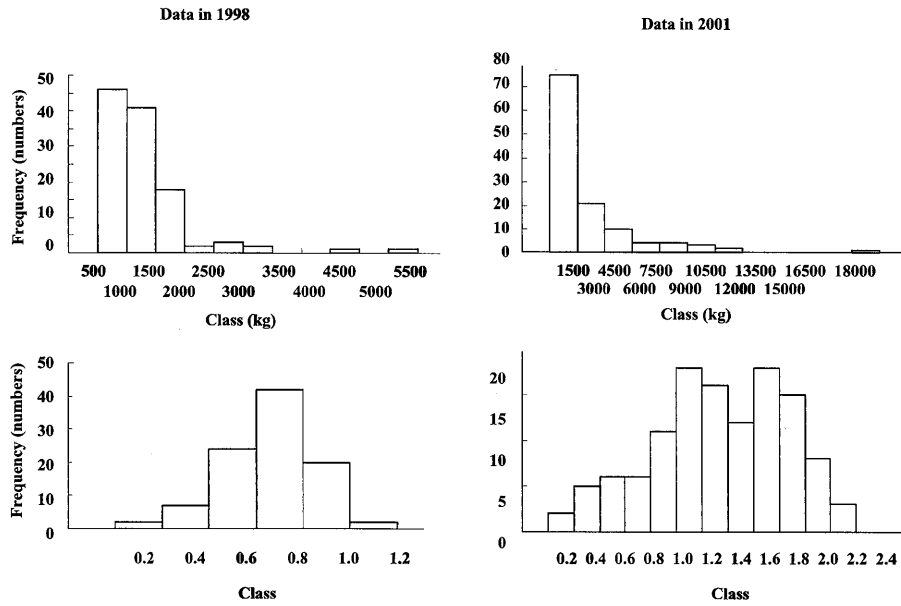


Fig. 6 Frequency distributions of diversity index (δ) and total landing (C_t , kg) for two fishing periods. The upper half shows total landing (C_t , kg), and the lower half shows diversity index (δ).

$$\text{Diversity index } (\delta) = -\sum(n_i/N) \log(n_i/N)$$

n_i : numerical value indicating the importance of each species; N : sum total.

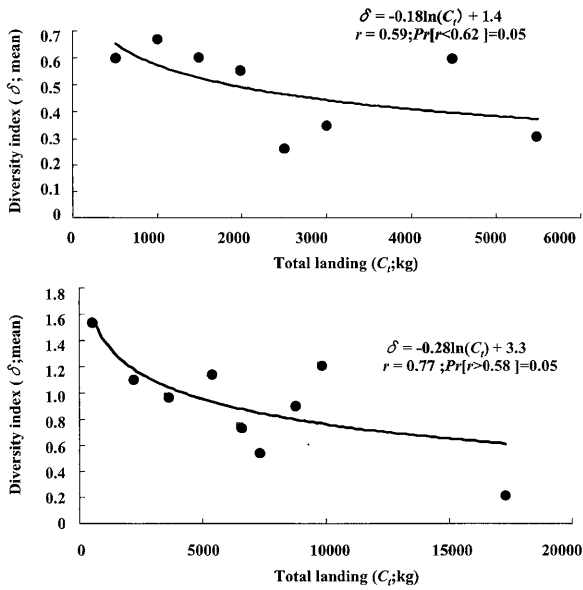


Fig. 7 Relationship between total landing (C_t , kg; mean) for each class value and diversity index (δ ; mean) for each class value in the two fishing periods (the upper half for 1998, and the lower half for 2001). Diversity index (δ) = $-\sum(n_i/N) \log(n_i/N)$
 n_i : numerical value indicating the importance of each species; N : Sum total.

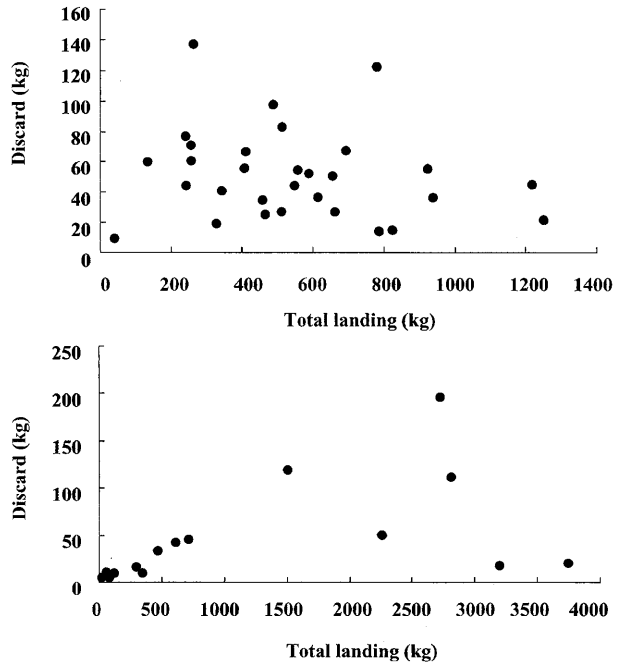


Fig. 8 Relationship between total landing (C_t , kg) and discard (kg) for the two observation periods (the upper half for 1998, and the lower half for 2001).

中では、半数以上の操業において、投棄量は水揚げ量の0.1以下であることが結果から理解される。両年度の D_{ratio} の平均値は、それぞれ 0.15 そして 0.069 である。

D_{ratio} と δ の関係について Fig. 10 に整理した。1998 年度では、 D_{ratio} は分散して分布しているものの、3 クラスターに分離して見れば、Fig. 10 (上段) 中に番号 1) そして 2) に示す結果は、 δ の増加につれて D_{ratio} は増加

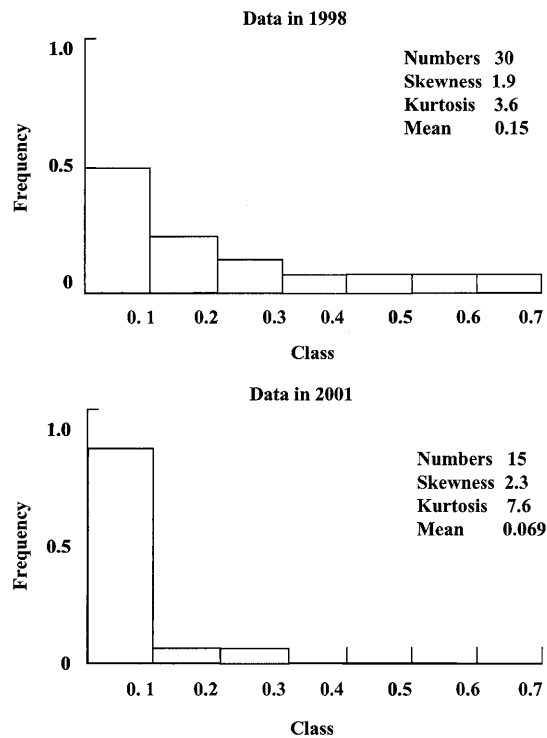


Fig. 9 Frequency distributions of discard ratio for the two observation periods. The upper graph for 1998 data and the lower graph for 2001 data.

する傾向を示す。ここではユークリッド平方距離をもちいてウオード法により各クラスターに分けた。2001年度では、メインクラスターからかけ離れた1例を除外すれば、 D_{ratio} は δ の増加につれては増大する傾向を示す。両年度とも小数の例外を除外すれば D_{ratio} は δ の関数として整理されているとみて差し支えない。

上記結果は、基本的には黒潮流軸の離接岸の度合いが湾内への魚群の移入量そして種組成を制限し、その結果が水揚げ量そして多様性の年間変動に強く現われることを意味する。ちなみに両年度漁期中の黒潮流軸の潮岬からの平均離岸距離は、1998年度、30マイル、変動係数、8.1；2001年度、28マイル、変動係数、1.9で前者が大きく変動していた。 δ と D_{ratio} の関係から、水揚げ量が少なくなかつ、多様性が高い場合、投棄量は増加することが理解される。

考 察

投棄魚種・種数には季節変動が現われた (Table 1)。投棄魚種・種数の変動は黒潮の離接岸距離に密接に関係するとともに当該種の季節移動も深く関係することが予想される。黒潮内側域に生息する沿岸性魚種の季節移動の詳細については不明であることから黒潮流軸の離接岸距離と魚種分布の相互の関係については言及できない。

湾内の水温変動は一般的に言われている現象、黒潮が

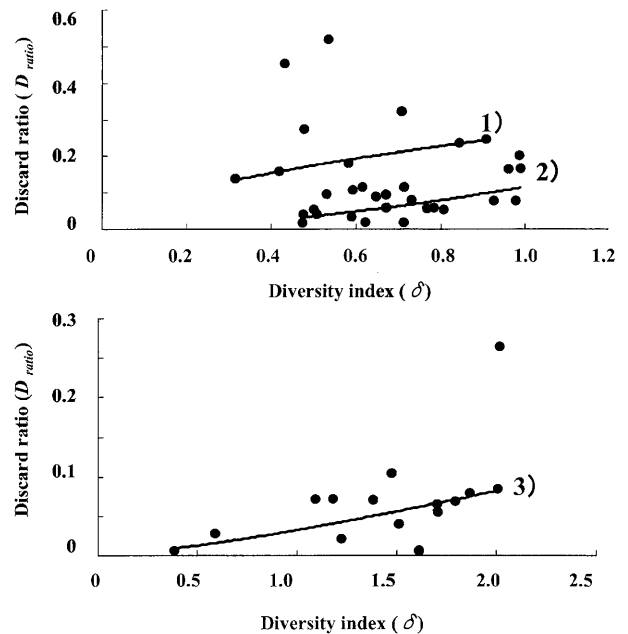


Fig. 10 Relationship between diversity index (δ) and discard ratio (D_{ratio} : discard (kg)/landing (kg)) for the two observation periods.

Diversity index (δ) = $-\sum(n_i/N) \log(n_i/N)$

n_i : numerical value indicating the importance of each species; N : sum total. The upper graph for 1998 data and the lower graph for 2001 data. The regression equations are statistically significant for 1998 data 1) $D_{ratio} = 0.26\delta^{0.56}$, $n=5$, $P(r=0.99 > 0.88) = 0.05$; 2) $D_{ratio} = 0.12\delta^{1.7}$, $n=21$, $P(r=0.60 > 0.43) = 0.05$ and 2001 data 3) $D_{ratio} = 0.033\delta^{1.3}$, $n=15$, $P(r=0.60 > 0.51) = 0.05$.

接岸すると低水温、離岸すると高水温 (Figs. 2, 5)、と同じ傾向を示す。魚群の湾内への移入量や集中・分散には黒潮流軸の離接岸が密接にかかわってくるものが予想されるものの湾内への移入種に黒潮がどのような影響をおよぼしているかに関する情報が質・量ともに不十分な現状においては、基礎資料である水揚げ量から漁場での投棄量について検討せざるを得ない。

本定置網では、季節の推移ともなう投棄種の交代 (Table 1) がみられるものの、クロシビカマスが漁期を通して投棄あるいは水揚げ魚種として、個体寸法を基準に選別されている (Fig. 4)。投棄魚種・種数には年間変動が存在するものの、クロシビカマスの投棄・水揚げについては1998年度漁期の結果^{24,25)}に似通っており、尾叉長 310 mm (1998年度は 330 mm)²⁴⁾が投棄あるいは水揚げの判断基準になっているようである。クロシビカマスの投棄状況について検討した結果は当該種の水揚げ量と投棄量は無関係²⁴⁾であり、本結果 (相関係数の値は 0.43) も似通っていた。尾叉長 310 mm 以上が水揚げの基準になっている理由については今回の調査では明確にはならなかった。食用種でありながら個体寸法に

よって投棄・水揚げの選択がされていることは、当該地域における嗜好に反映した市場メカニズムが機能している可能性が伺える。

水揚げ量 (Fig. 6 上), そして δ (Fig. 6 下) の頻度分布型には, 大きな差異があり, 前者では両年度とも少量漁獲の頻度が高く, 後者では, 両年度とも前者の分布型より歪が小さい。2001 年度の水揚げ量そして δ の分布は当該年度における湾内への移入種数・量を反映しているとすれば, 2001 年度が 1998 年に較べて移入種が多様かつ移入量が多量であったと見做して差し支えない。各漁期における黒潮の離接岸距離の変動が両者を強く制限した可能性が結果から伺える。

水揚げ量と δ の関係について整理した結果 (Fig. 7), 相関係数の値が 1998 年度では有意でなかったことから断言はできないが, 水揚げ量は δ に密接に関わって変動すると見做して差し支えないだろう。

Figs. 8, 9 の結果を併せて見る。両年度で投棄量が 100 kg 以上の 3 例を夫々除外して見れば, 水揚げ量の増加は必ずしも投棄量の増加に結びついていないと見做して差し支えない。 D_{ratio} の頻度分布型は左に大きく歪み, 調査期間中では半数以上が 0.1 以下であり, かつ少数の例外を除外すれば水揚げ量が少量の場合, 投棄量が増加するものの本定置網では, 投棄量は水揚げ量に較べて有意に大きいとは断言できない。

δ の関数として D_{ratio} を整理した結果は δ の増加につれて D_{ratio} が増加する傾向を示している (Fig. 10)。一方, 投棄量と水揚げ量の変動状況は年度間で相違するものの, 少数例を除外すれば, 大略 70 kg 未満であり, 投棄量は水揚げ量の増減には無関係であることを結果 (Fig. 8) は示唆する。

本定置網の漁獲特性は Figs. 6, 7 に示すように, 基本的には少量多品種漁獲であるとみて差し支えない。少量多品種漁獲であることは, 定置網の投棄量・種に反映する。Fig. 10 に示す δ と D_{ratio} の関係から理解されるように, 多様度が相対的に低い場合, つまり水揚げ量が多い時には投棄量は少ないと言えよう。さらに水揚げ量と投棄量の間には明確な関係が存在しないことは, 湾内への移入量とともに種組成が水揚げ量に強く反映した結果によるものと推察される。1998 年度では結果が分散し, 複数のクラスターに分離されるものの, D_{ratio} は基本的には δ の関数と見做して差し支えないことから, 投棄量は水揚げ種の多様性に強く影響されているといえよう。

一方, 能動的な漁法である沿岸漁業種の吾智網では, 投棄種が多くかつ総水揚げ量が増加するにつれて総投棄量が増加する種が認められる。²⁸⁾ 本定置網の水揚げ量に対する投棄種・量は, クロシビカマスに偏っているものの (Fig. 3), 吾智網とは異なり, その総量は当該期間

中の水揚げに対して極めて少量である (Fig. 2)。事例が少数であることから断言できないが, 漁獲機能, そして生物種の生物地理的な分布の差が投棄種・量に反映した可能性が極めて高いとみて差し支えないだろう。

Table 1 に示すように, 種の入替わりを含め, 種数の季節的な変動が水揚げ量・投棄量に強く影響することが, 本定置網の漁獲特性であることから, 各種に対する投棄比を求めて投棄量を推定することは, 現実的には不可能であることをこれらの結果は示唆する。投棄量推定に種別投棄比を用いることの非現実性については, 既に松岡²⁹⁾により他漁業種において指摘されており, 本定置網においても同様であると言える。

千葉県館山湾の事例²¹⁾では, 小型定置網と底層定置網では漁獲量 (販売量+投棄量) の増加にともない投棄量は増加傾向を示す。一方, 本結果では水揚げ量の増加につれて投棄量は減少傾向を示し, 館山湾の事例とは異なる。

本漁場では D_{ratio} は左に歪む分布型を示し, 平均値はそれぞれ 0.15 そして 0.069 であった。これらの値は館山湾で得られた値²¹⁾より低い値ではあるが投棄比の算出方法が異なっていることから直ちに比較できない。

本定置網の投棄量は, 2 年間 (48 日間) の調査期間中では 100 kg 以上の場合は総計 6 例あるもののいずれも 200 kg 以下であり, 投棄はそれほど大量に発生しなかった。定置網漁業の水揚げ量・種数は基本的には生物地理学的な種の分布域と分布密度によって決まることに加えて, 本定置網では, 黒潮の離接岸距離の影響を強く受けることから, Figs. 7~10 で示されているように結果の分散が大きくなったとみて差し支えない。

Fig. 10 に示すように D_{ratio} は, メインクラスターからかけ離れた結果を除外すれば, 各クラスターにおいて, δ の関数として整理できたことは, δ が当該漁場における漁獲特性を示す指標になる可能性を示唆する。水揚げ量・投棄量・多様性の 3 者の関係について, 今後事例研究を積み重ねて詳細に検討する必要がある。

本定置網では少量多品種漁獲が基本, つまり多様な種を少量漁獲し, 1 漁期に数度大量小品種漁獲といった特性を有すると言えよう。たとえば, 1 漁期に観測される大量漁獲の発生頻度の問題はあつたものの, Fig. 9 に示すように D_{ratio} は半数以上が 0~0.1 の範囲に現われたことから, 少量多品種漁獲データに基づき平均的な D_{ratio} を求め, 漁期全体を通しての投棄量を推定すれば, 過大評価になる危険性がある。このような漁獲特性は本定置網の投棄量を推定する際には重要な因子として考慮されるべきである。特に, δ の関数として D_{ratio} が整理できる可能性が示唆されたことから, 両者の関係を詳細に検討することにより, DPUE³⁰⁾ の算出が困難な場合, δ を通して近似的に評価が可能になる。漁獲種の多様性は定置

網漁業の漁獲特性（投棄種数・量を含む）を示す有効な指標になることが期待できる。

基本資料としての DPUE の入手が困難な場合、対象域における定置網の日別・種別漁獲統計資料を基に投棄量推定の基本パラメータとして生物種の地理的分布を反映する δ を利用することの有効性については、更に統一的手法による事例研究の積み重ねが必要になる。

謝 辞

本研究を実施するに際して、貴重な漁獲統計資料の閲覧を快諾いただいた和歌山県太地町太地水産共同組合の理事長始め組合員の皆様に深謝します。本研究は文部科学省研究補助金基盤研究(A)、課題番号 16208018 によって実施されたことを付記する。

文 献

- 1) 平成 17 年度漁業・養殖業生産統計年報 (2005). 農林水産省統計部. 東京. 2007.
- 2) 浜口勝則. 定置網漁況からみた熊野灘沿岸に出現する魚類相の特徴. 水産海洋研究 1989; **53**: 167.
- 3) 根本雅生, 石崎博美. 相模湾の定置網における漁獲特性, 魚種組成, 漁獲量の変動特性. 水産海洋研究 1998; **62**: 392-397.
- 4) 根本雅生, 清水 誠. 相模湾西湘地区定置網漁場における漁獲特性. 日水誌 1997; **63**: 947-955.
- 5) 三井田史親, 根本雅生, 竹内正一. 神奈川県三浦地区定置網漁場の漁獲特性に関する統計的研究. 東京水産大学研究報告 1999; **86**: 55-67.
- 6) 鉄 健司. 相模湾内定置網漁獲物の組成に関する統計的考察. 水産庁東海区水産研究所報告 1977; **89**: 1-16.
- 7) 高橋清孝, 上田賢一, 柴久喜光郎. 宮城県における定置網の魚種組成. 宮城県水産開発センター研究報告 2000; **16**: 31-38.
- 8) 苅部信二, 河崎 正, 深川義祝. 平潟地区の定置網の漁獲特性について. 茨城県水産試験場試験報告 1961; **35**: 79-90.
- 9) 浜口勝則. 定置網漁獲物の特性と漁場の類型化に関する統計的研究. 三重県水産技術センター報告 1986; **1**: 13-22.
- 10) 飯塚 覚, 宗清正廣, 和田洋蔵, 田中雅幸. 京都府沿岸海域における定置網漁業特性に関する研究 I. 京都府海洋センター研究報告 1989; **12**: 53-60.
- 11) 辻野耕實, 長田凱夫. 小型定置網の構造と漁獲物組成. 大阪府水産試験場研究報告 2001; **13**: 45-60.
- 12) 片山勝介, 池田善平. 日生海域における小型定置網の漁獲物特性. 岡山県水産試験場報告 1986; **1**: 140-147.
- 13) 平松達男. 福岡湾口の外海水域に敷設された定置網漁獲物の経年変化動向について. 福岡県水産試験場研究業務報告 1980; **53**: 39-46.
- 14) 本永文彦. 沖縄島における定置網漁業資源調査. 平成元年度沖縄県水産試験場事業報告 1991; 94-109.
- 15) 渡里 登, 真鍋寛正. 播磨灘における定置網の漁獲物の実態調査. 昭和 52 年度香川県水産試験場事業報告 1979; **52**: 131-138.
- 16) 小川嘉彦. 日本南海区の黒潮流路の変動と沿岸漁況. 水産海洋研究会報 1971; **18**: 157-164.
- 17) Kimura S, Sugimoto T. Short period fluctuation in oceanographic and fishing conditions in the coastal area of Kumano-nada Sea. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1987; **57**: 585-593.
- 18) 山根 猛, 田中祐志. 熊野灘南部太地湾定置網漁場での漁獲量変動と水温の関係について. 近畿大学農学部紀要 1999; **32**: 37-43.
- 19) 三浦汀介. サケ定置網漁業. [漁業の混獲問題] (松田 峻編) 恒星社厚生閣, 東京. 1995; 88-95.
- 20) 石戸谷博範, 石崎博美. アジ・サバ・イワシ定置網漁業. 「漁業の混獲問題」(松田 峻編) 恒星社厚生閣, 東京. 1995; 96-108.
- 21) 秋山清二. 千葉県館山湾の定置網漁業における漁獲物の投棄実態. 東水大研報 1997; **82**: 53-64.
- 22) 濱田弘之. 豊前海の小型定置網における袋網位置別投棄魚種組成. 日水誌 1997; **63**: 43-49.
- 23) 戸嶋 考, 藤田真吾, 内野 憲, 山崎 淳. 京都府におけるマダイ資源管理手法の展開一定置網による不合理漁業の実態. 水産の研究 1994; **13**: 58-78.
- 24) 山根 猛. 和歌山県太地湾における定置網漁業の投棄実態. 近畿大学農学部紀要 2001; **34**: 107-112.
- 25) 山根 猛. 定置網漁業における投棄実態 和歌山県太地湾を事例として. 水産資源懇話会報 2002; **28**: 20-29.
- 26) 小幡 孜. 漁業の理論と実際. 成山堂書店, 東京 1994; 49-98.
- 27) Shannon CE, Weaver W. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, URBANA, 1964; 31-64.
- 28) 松岡達郎. 混獲・投棄魚問題の研究手法と資源保全への応用. 月刊海洋 1998; **30**: 193-197.
- 29) 松岡達郎. 多魚種漁業における混獲投棄問題評価のための投棄量推定法. 水産資源懇話会報 2002; **28**: 3-12.
- 30) Matsuoka T. Sampling and estimation of discards in multi-species fisheries. The International Conference on Integrated Fisheries Monitoring. Rome, 1999; 197-207.