

宗谷海峡のミズダコ樽流し漁業における漁具の漂流速度と漁獲量の関係

佐野 稔^{1†}, 坂東忠男², 江淵直人³, 高柳志朗⁴Relationship between drift speed of drift fishery gear and catch of giant Pacific octopus, *Enteroctopus dofleini*, in the Soya/La Pérouse StraitMinoru SANO^{1*}, Tadao BANDO², Naoto EBUCHI³ and Shiro TAKAYANAGI⁴

The relationship between catch and the speed at which the drift fishery gear used to capture the giant Pacific octopus, *Enteroctopus dofleini*, was examined in the Soya/La Pérouse Strait. Latitude, longitude, time and catch data from 15 fishing boats were collected from April to December 2007 to calculate the number of drift fishery grounds visited, time spent for drifting, area covered, drift speed of the equipment, and the catch in each fishing ground. Catch was influenced by time spent for drifting and not by drift speed. The catch was greatest when time spent for drifting was over 2.03 h and drift speed was between 5 and 50 cm·s⁻¹. It is likely that the fishermen practically choose the time when the current speed is appropriate to operate the drift fishery gear in the Soya/La Pérouse Strait, where the current speed varies between 0 and ca. 100 cm·s⁻¹.

Key words: drift fishery, drift speed, *Enteroctopus dofleini*, Soya/La Pérouse Strait

はじめに

ミズダコ *Enteroctopus dofleini* を漁獲対象とする樽流しは、北海道周辺のおホーツク海、宗谷海峡から日本海、津軽海峡において一般的な漁法である（北海道水産業改良普及職員協議会, 2006）。宗谷海峡のミズダコ漁獲量は、年間 1,600–4,200 t（1985–2009年）であり、樽流しによる漁獲量はこのうち約8割を占めている。本漁具1組は、浮きとなる樽1個に道糸を介して「いさり」と呼ばれる擬餌針を付けた構造である（福田・高橋, 1960; 三橋, 2003）。漁業者は、「いさり」が海底を引きずられるように道糸の長さを調節して、これら漁具を最大20組、海中に投入してミ

ズダコを漁獲する（Fig. 1）。ミズダコは海底を移動する「いさり」に飛びつくため、ミズダコを効率良く漁獲するためには、漁業者は「いさり」が確実に海底を移動するように海流にまかせて漁具を流すことが不可欠である。「いさり」は流れが速ければ離底し、遅ければ停止してしまう。そのため、漁業者は漁具を投入する前に流速を正確に把握することが必要である。

しかし、宗谷海峡における樽流し漁業者は、漁具投入の適否を決める流速の把握を勘と経験に基づいて行っている。樽流しに適した流速が明らかになり、潮流計や海流観測データを活用することができれば、操業効率の向上が期待できる。現在、小型漁船に搭載可能な潮流計、海域設置型の小型流速計などが販売され、これらを活用した流速の正確な把握が可能である。さらに、宗谷海峡では短波海洋レーダによるリアルタイムの海流観測が行われている（Ebuchi et al., 2006）。

樽流し漁船は、漁具を等間隔で一列に投入した後、端から順に見回って行って、ミズダコが擬餌針にかかっていたら樽が止まるため、その場で引き揚げて船上に取り込み、その後漁具を再投入して次の漁具へ移る。それを続けて一連の漁具の終端まで見回ったら、折り返して始端の漁具の方へ戻る。以上を繰り返すことで、航跡はS字の蛇行となる（佐野・坂東, 2007）。そのため、漁船のGPS情報から漁具の投入位置と回収位置の緯度、経度、時刻を抽出する

2012年2月10日受付

2012年5月14日受理

¹ 北海道立総合研究機構稚内水産試験場

² 宗谷漁業協同組合

³ 北海道大学低温科学研究所

⁴ 北海道立総合研究機構釧路水産試験場

¹ Wakkanai Fisheries Research Institute, Hokkaido Research Organization, Wakkanai, Hokkaido 097-0001, Japan

² Soya Fisheries Cooperative Society, Wakkanai, Hokkaido 098-6755, Japan

³ Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido 060-0819, Japan

⁴ Kushiro Fisheries Research Institute, Hokkaido Research Organization, Kushiro, Hokkaido 085-0024, Japan

† sano-minoru@hro.or.jp

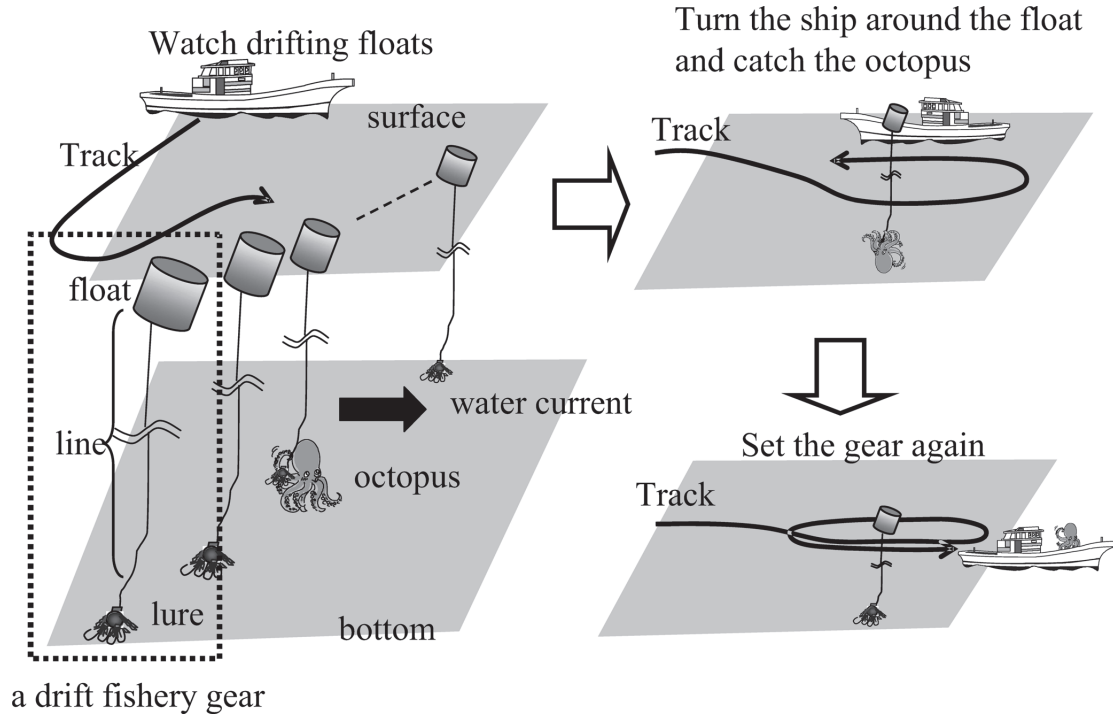


Figure 1. Schematic diagram of drift fishery and track at the time of capturing the giant Pacific octopus *Enteroctopus dofleini*.

ことで漁具の漂流速度を間接的に推定できる。さらに、樽流し漁船はミズダコを漁獲する際に漁船を反転させる (Fig. 1) ため、樽流しを行った漁場ごとのターン回数とその日の漁獲量のデータを組みあわせて、樽流しを行った漁場ごとの漁獲量の推算も可能である (佐野・坂東, 2007)。そこで、本研究では樽流しを行う漁船の航跡のGPSデータを用いて、宗谷海峡における樽流し漁業の漁具の漂流速度を間接的に推定して、漂流速度が漁獲量に及ぼす影響を評価することを目的とした。

材料と方法

樽流しにおける漁具漂流速度の調査は、漁期である2007年4月から12月に宗谷漁業協同組合の樽流し漁船を対象に行った。宗谷漁業協同組合の主な樽流し漁場の範囲はFig. 2のとおりである。航跡データの収集には、GPS受信機を内蔵しているハンディGPS (GPSmap60csx, Garmin Ltd.)、もしくは漁船に装備されているGPSのNMEA信号を記録するデータロガー (和田ほか, 2005) を用い、これら機器をそれぞれ9隻、6隻に搭載した。緯度、経度、時刻の記録間隔はハンディGPSでは2 s、NMEAロガーでは1-3 sとした。

ハンディGPS、データロガーに記録された緯度、経度を、ArcGIS (Esri Inc.) を用いてUTM座標系の54系に投影変換し、時刻を属性値としたポイントにしてGIS上に描写し

た。航跡のポイントには、樽流し中と漁場間の移動中の両方のポイントが含まれている。樽流し漁業者は、漁具を海流の進行方向に対して垂直になるように等間隔で一列に投入した後に、一列に漂流する漁具をS字蛇行しながら追跡して、最後に漁具を全て回収して別の漁場へ移動する。そこで、モニター画面上に表示した時系列の航跡ポイントから、ポイント間の間隔が狭くS字の繰り返しパターンとなっているポイントを目視で抽出し、樽流し中のポイントとした。ArcGISのエクステンションであるHawth's Analysis Tools (Spatial Information Systems Consultant) を用いて、これらポイントをMinimum Convex Polygon (最小凸状面) に変換し、このポリゴン (面) を樽流し漁場とした (Fig. 3)。季節的な漁場の変化を明らかにするために、ArcGISのエクステンションであるETGeo Wizards (ET Spatial Techniques) を用いてこの樽流し漁場のポリゴンの中心点を算出した。これら樽流し漁場の中心点から、月別に樽流し漁場の分布の中心および標準化距離 (Mitchell, 2005) を計算した。なお、標準化距離は分布の中心と各ポイントの距離の標準偏差であり、分布の広がり程度を評価する統計値である。

次に漁具が投入した順番を変えずに海流に沿って漂流したと仮定したうえで、漁具の投入ポイントを P_{adh1} とし、その樽を回収したと思われる末端のポイントを漁具の回収ポイント P_{adh2} 、終了地点のポイントを P_{adh3} とした。 P_{adh1} と P_{adh2} の2点を直線で結び、漁具の漂流距離 X_{adh} (単位

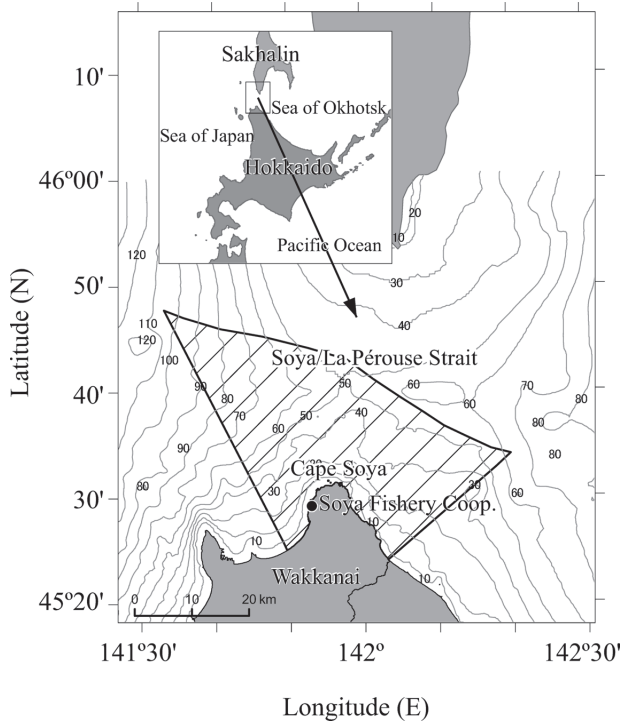


Figure 2. Main area of fishing ground of giant Pacific octopus (dithered area) in the Soya/La Pérouse Strait. Numerals on bathymetric contours show depths in meters.

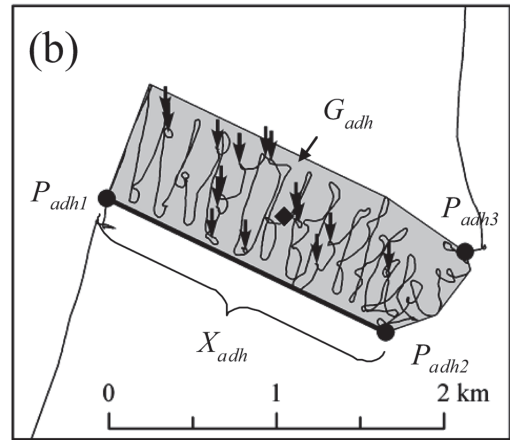
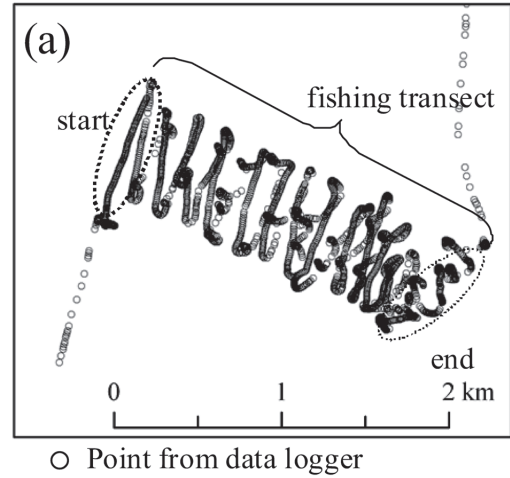
は m) を ArcGIS (Esri Inc.) で計算した. a は任意の漁船 ($a=1,2,\dots,l$), d は任意の出漁日 ($d=1,2,\dots,m$), h は任意の樽流し漁場 ($h=1,2,\dots,n$) である. 漁具を投入したポイントとその樽が回収されたと思われる末端のポイントの時刻をそれぞれ TP_{adh1} , TP_{adh2} とし, 漁具 1 組の漂流時間 D_{adh} (単位は $h \cdot \text{ground}^{-1}$) を下記の式で求めた.

$$D_{adh} = TP_{adh2} - TP_{adh1} \quad (1)$$

漂流距離 X_{adh} と漂流時間 D_{adh} から樽流し漁場ごとの漁具の漂流速度 Y_{adh} ($\text{cm} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{ground}^{-1}$) を下記の式で算出した.

$$Y_{adh} = \frac{X_{adh}}{D_{adh}} \times \frac{100}{60 \times 60} \quad (2)$$

樽流し漁場ごとの漁獲量 C_{adh} ($\text{kg} \cdot \text{ground}^{-1}$) の推定は, 佐野・坂東 (2007) と同様の方法で行った. 樽流しでは漁具に飛びついたミズダコを船上に引き上げる際に, 樽流し漁船は樽を中心にして 360 度回転する. この回転箇所は, GIS 上の航跡に認められる. そこで, 樽流し中のポイントを時系列に沿って結んでラインに変換し, 樽流し漁場ごとの回転回数 R_{adh} (単位は $\text{回} \cdot \text{ground}^{-1}$) を計数した. 樽流し漁船ごとに, 回転回数の日合計 R_{ad} と 1 日あたり漁獲量 C_{ad} には正比例の関係が認められる (佐野・坂東, 2007) こと



— Track line
 ↓ Likely points for capturing the octopus
 ◆ Center of the fishing ground
 ■ Fishing ground

Figure 3. A method to analyze the data on a drift fishery boat capturing the giant Pacific octopus, using a GPS data logger. (a) Visualizing transects of the boat. (b) Estimating the drift distance of the gear. P_{adh1} : first point of setting a drift fishery gear. P_{adh2} : point of collecting the gear. P_{adh3} : last point of the drift fishery. X_{adh} : the drift distance from P_{adh1} to P_{adh2} . G_{adh} : area of the drift fishery fishing ground.

から, 樽流し漁場ごとのミズダコ漁獲量 C_{adh} ($\text{kg} \cdot \text{ground}^{-1}$) を下記の式で求めた.

$$C_{adh} = C_{ad} \times \frac{R_{adh}}{R_{ad}} \quad (3)$$

$$R_{ad} = \sum_{h=1}^n R_{adh} \quad (4)$$

樽流し漁船別の 1 日あたりミズダコ漁獲量 C_{ad} を, 宗谷漁

業協同組合の水揚げ伝票より把握した。樽流し漁場ごとの面積 G_{adh} ($\text{km}^2 \cdot \text{ground}^{-1}$) を ArcGIS で算出した。樽流し漁場ごとの操業時間 F_{adh} (単位は $\text{h} \cdot \text{ground}^{-1}$) を、樽流し漁場の開始地点のポイント P_{adh1} と終了地点のポイント P_{adh3} の時刻差から算出した。

$$F_{adh} = TP_{adh3} - TP_{adh1} \quad (5)$$

樽流しによるミズダコ漁獲量を決める最も重要な要因は、ミズダコの資源量と分布である。しかしながら、ミズダコ資源の時空間的変動の予測は困難である。そこで本研究では漁業者による操業方法の改善が可能な項目に絞って、漁獲量に及ぼす要因の評価を行った。漁場あたり漁獲

量の日合計が、1日あたり漁獲量である。漁業者は出航してから帰港するまでの漁獲量、すなわち1日あたりの漁獲量を多くすることが第1の目標となり、漁場あたり漁獲量を多くすることは次の目標となる。そこで、初めに1日あたり漁獲量 C_{ad} ($\text{kg} \cdot \text{day}^{-1}$) を被説明変数として、1日あたり樽流し漁場数 H_{ad} 、総樽流し時間 F_{ad} ($\text{h} \cdot \text{day}^{-1}$) ならびに総操業面積 G_{ad} ($\text{km}^2 \cdot \text{day}^{-1}$) を説明変数にして回帰樹解析を行った。ただし、漂流速度は樽流し漁場ごとに異なるため、説明変数には加えなかった。

$$F_{ad} = \sum_{h=1}^n F_{adh} \quad (6)$$

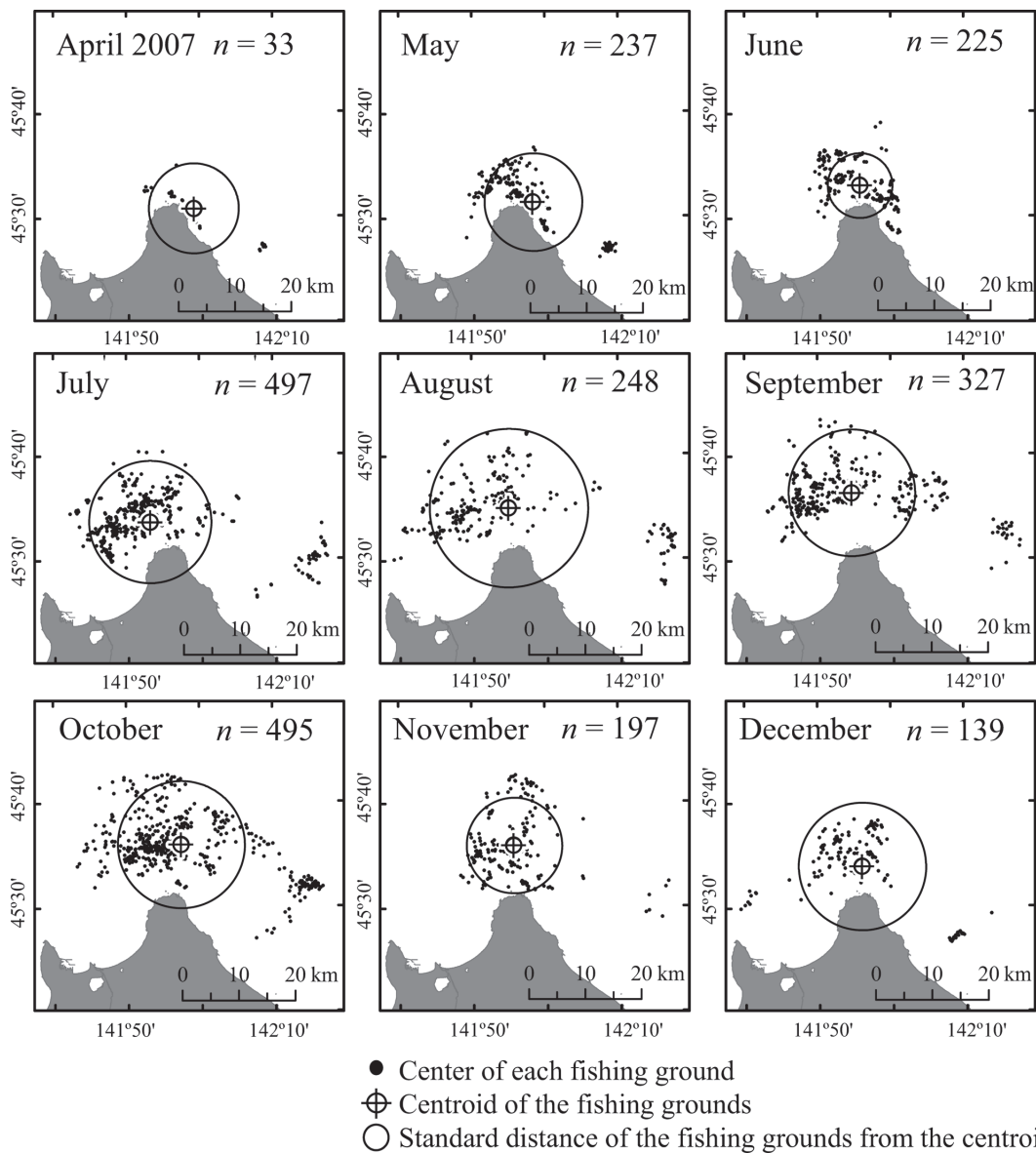


Figure 4. Seasonal changes in grounds of the drift fishery capturing the giant Pacific octopus in the Soya/La Pérouse Strait in 2007. n : number of fishing grounds.

$$G_{ad} = \sum_{h=1}^n G_{adh} \quad (7)$$

さらに、これら説明変数の重要度を判断する基準として分離貢献度 (Matsui et al., 2004) を算出した。

漁業者の第2の目標である漁場あたり漁獲量を多くすることが可能であり、漁業者自身が操業の中で調節可能な条件は、樽流し時間、樽流し面積、漂流速度である。そこで、樽流し漁場あたりの漁獲量 C_{adh} ($\text{kg} \cdot \text{ground}^{-1}$) を多くする要因の分析では、樽流し漁場あたりの漁獲量を被説明変数、樽流し時間 F_{adh} ($\text{h} \cdot \text{ground}^{-1}$)、面積 G_{adh} ($\text{km}^2 \cdot \text{ground}^{-1}$) ならびに漂流速度 Y_{adh} ($\text{cm} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{ground}^{-1}$) を説明変数にして回帰樹解析を行い、これら説明変数の分離貢献度を算出した。回帰樹解析には R 2.10.0 (Ihaka and Gentleman, 1996) を用いた。

結果

宗谷海峡における各樽流し漁場の分布の中心は、2007年4月に宗谷岬から東方の1.7 kmに位置し、5月から8月にかけて沖側へ移動し、9月には宗谷岬から最も離れ北方の9.8 kmであった (Fig. 4)。分布の中心は10月から徐々に岸側へと移動し、12月には宗谷岬から北方の4.8 kmの位置に認められた。分布の広がりを示す標準化距離は、4月から6月では5.7–8.6 kmと狭く、漁場の分布の中心が沖側へと移る7月から10月では10.8–14.0 kmと広くなり、11月から12月では8.5–11.3 kmと再び狭くなった。

1日1隻あたりの樽流し漁場数 (H_{ad} , 単位は箇所 $\cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{boat}^{-1}$) の月平均は、2007年4月から6月にかけて2.4箇所から4.2箇所へと増加した。7月から8月にかけて減少したあとは横ばいで推移し、11月以降に再び減少して12月には2.0箇所となった (Fig. 5a)。1日1隻あたりの総樽流し時間 (F_{ad} , 単位は $\text{h} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{boat}^{-1}$) の月平均は、4月から7月にかけて3.4 hから6.0 hに上昇し、8月には減少したものの、9月では5.7 h、10月では6.1 hと高い水準で推移した。11月には減少して、12月には3.6 hとなった (Fig. 5b)。1日1隻あたりの樽流し総面積 (G_{ad} , 単位は $\text{km}^2 \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{boat}^{-1}$) は、4月から8月にかけて上昇し続け、9月には最大の5.0 km^2 となり、その後減少した (Fig. 5c)。1日1隻あたりの総漁獲量 (C_{ad} , 単位は $\text{kg} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{boat}^{-1}$) の月平均は、6月から10月では約200 kgを超える高い水準で推移した (Fig. 5d)。

Fig. 6には、被説明変数を1日1隻あたり漁獲量 (C_{ad}) にし、説明変数を総漁場数 (H_{ad})、樽流し総時間 (F_{ad})、樽流し総面積 (G_{ad}) とした回帰樹解析の結果を示した。 C_{ad} に最も影響を及ぼす要因は樽流し総時間であり、その分離貢献度は94.0%となった。その次の要因は、樽流し総面積であり、分離貢献度は6.0%となり、総漁場数は C_{ad} に直接影響を及ぼしていなかった。

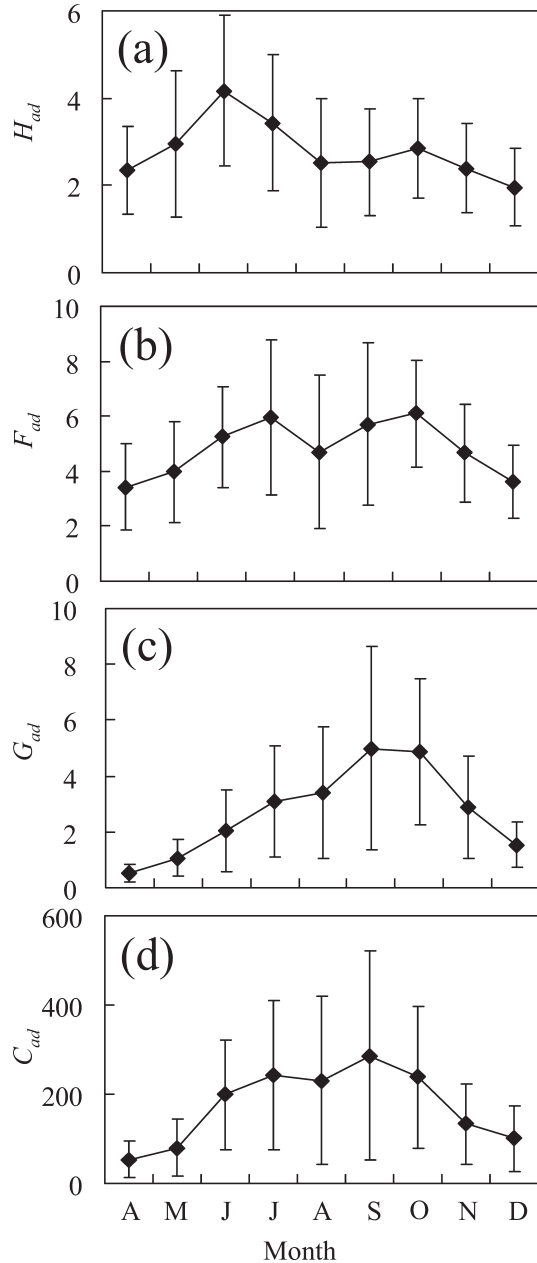


Figure 5. Seasonal changes in (a) daily total of drift fishery fishing grounds visited, (b) total number of hours spent for fishing/day, (c) total area fished/day, and (d) total daily catch per drift fishery effort in the Soya/La Pérouse Strait. H_{ad} : total number of drift fishery grounds visited per day ($\text{ground} \cdot \text{effort}^{-1}$). F_{ad} : total number of hours spent fishing per day ($\text{h} \cdot \text{effort}^{-1}$). G_{ad} : total area fished per day ($\text{km}^2 \cdot \text{effort}^{-1}$). C_{ad} : total catch per day ($\text{kg} \cdot \text{effort}^{-1}$). Error bars show means with standard deviations.

樽流し漁場あたりの樽流し時間 (F_{adh}) の月平均は、2007年4月から6月までは1.5 hを下回り、7月以降増加して約2.0 h前後で推移した (Fig. 7a)。樽流し漁場あたりの

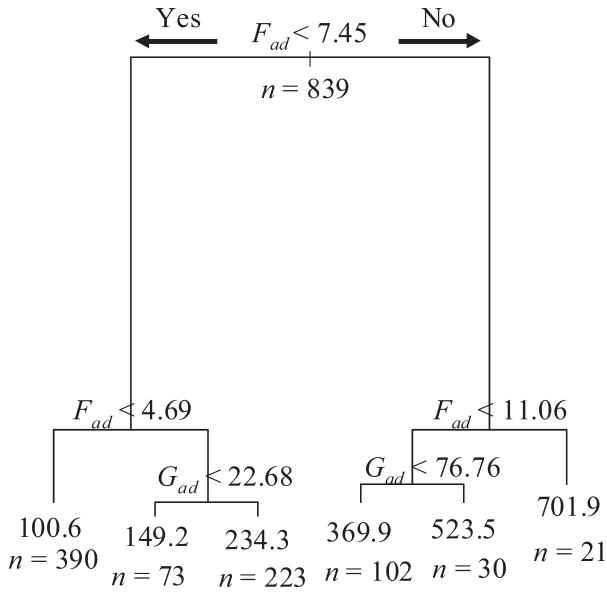


Figure 6. Regression tree of total daily catch (C_{ad} , $\text{kg}\cdot\text{effort}^{-1}$) for the giant Pacific octopus by drift fishery. Explanatory variables are total number of drift fishery fishing grounds visited per day (H_{adh} , $\text{ground}\cdot\text{effort}^{-1}$), total number of hours spent fishing per day (F_{adh} , $\text{h}\cdot\text{effort}^{-1}$) and total area fished per day (G_{adh} , $\text{km}^2\cdot\text{effort}^{-1}$). The symbol “n” shows number of daily catch data in the nodes. Numerals in the lower part shows the expected catch

面積 (G_{adh}) の月平均は、4月から徐々に上昇して9月に 2.0 km^2 と最大となり、その後減少した (Fig. 7b)。漂流速度 (Y_{adh}) は、4月の $20.3 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ から緩やかに上昇して9月には $34.8 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ となった (Fig. 7c)。その後、下降して12月には $21.6 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ となった。樽流し漁場あたりの漁獲量 (C_{adh}) の月平均は、4月から8月にかけて増加し、9月には最大の 111.8 kg となり、その後は減少した (Fig. 7d)。

被説明変数を樽流し漁場あたりの漁獲量 (C_{adh}) とし、説明変数を樽流し漁場あたりの樽流し時間 (F_{adh})、樽流し面積 (G_{adh})、漂流速度 (Y_{adh}) とした回帰樹解析を行った (Fig. 8)。樽流し漁場あたりの漁獲量の変動に及ぼす要因は、樽流し時間であり、その分離貢献度は92.3%であった。次に影響を及ぼした要因は樽流し漁場あたりの面積であり、分離貢献度は7.7%となった。漂流速度の分離貢献度は0%で、漂流速度は樽流し漁場あたりの漁獲量に直接影響を及ぼしていなかった。

回帰樹解析の結果 (Fig. 8) から、樽流し漁場あたりの漁獲量を多くする要因は樽流し時間であった。最初のノードは2.03 hで分離したことから、樽流し時間が2.03 h以上に対応する漂流速度を把握した (Fig. 9)。漂流速度組成は、 $25\text{--}30 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ にモードがある右裾広がりの分布型となり、平均は $27.0 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ 、最小は $0.8 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ 、最大は $83.9 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ であった。 $5\text{--}50 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ の各階級の頻度は4.7%以上と他の

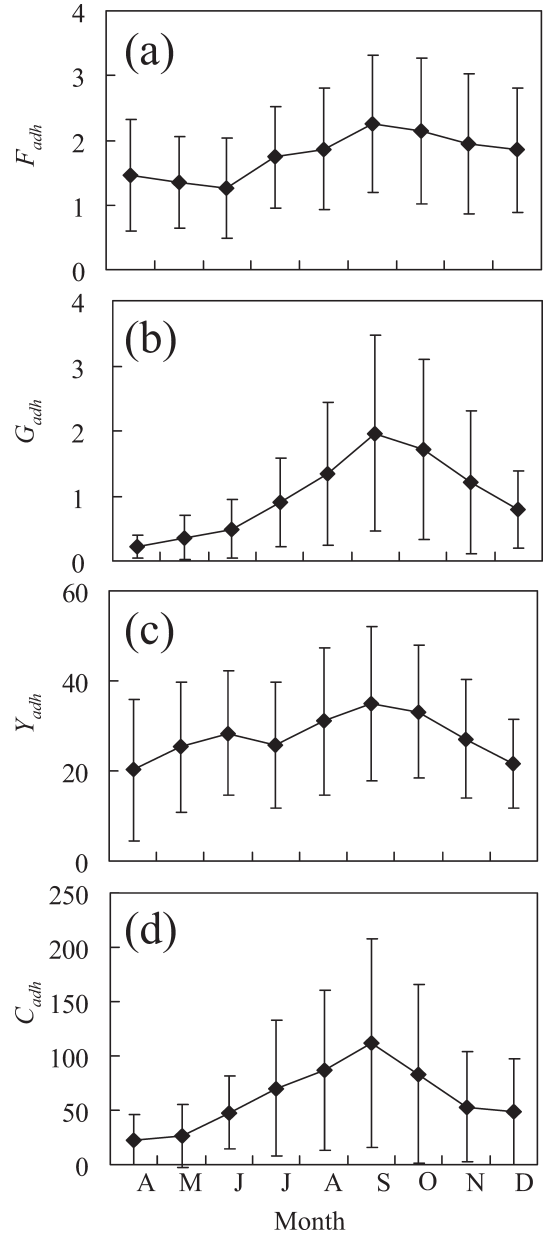


Figure 7. Seasonal changes in (a) number of hours spent fishing, (b) area fished, (c) drift speed, and (d) catch size for each drift fishery fishing ground in the Soya/La Pérouse Strait. F_{adh} : drift hour ($\text{h}\cdot\text{ground}^{-1}$). G_{adh} : area ($\text{km}^2\cdot\text{ground}^{-1}$). Y_{adh} : drift speed ($\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{ground}^{-1}$). C_{adh} : catch ($\text{kg}\cdot\text{ground}^{-1}$). Values are means with standard deviations.

階級より大きく、合計すると全体の93.0%を占めた。

考 察

本研究の結果、1日1隻あたりのミズダコ漁獲量に影響を及ぼす要因は、1日あたり樽流し回数、樽流し総時間、樽流し漁場の総面積の中で、樽流し総時間であることが示された (Fig. 6)。ただし、1日あたりの樽流し総時間を確保

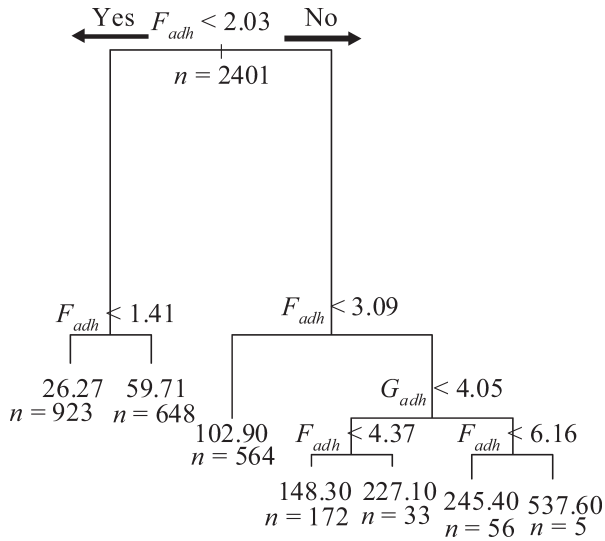


Figure 8. Regression tree of giant Pacific octopus catch (C_{adh} , $\text{kg}\cdot\text{ground}^{-1}$) by drift fishery. Explanatory variables are number of hours spent fishing (F_{adh} , $\text{h}\cdot\text{ground}^{-1}$), area fished (G_{adh} , $\text{km}^2\cdot\text{ground}^{-1}$) and drift speed (Y_{adh} , $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{ground}^{-1}$). The symbol “n” shows number of daily catch data in the nodes. Numerals in the lower part shows the expected catch.

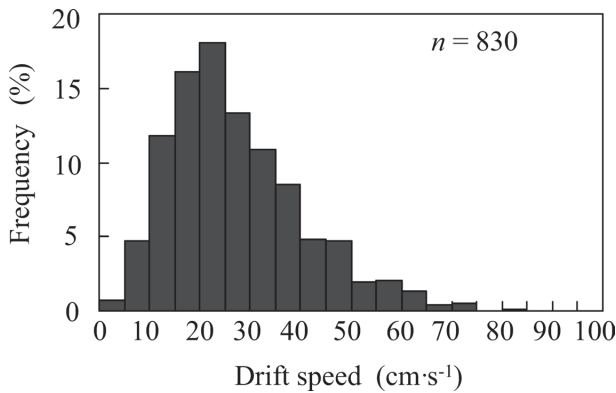


Figure 9. Distribution of drift speed in different drift fishery fishing grounds (Y_{adh} , $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{ground}^{-1}$) that were fished for more than 2.05 drift hours (F_{adh} , $\text{h}\cdot\text{ground}^{-1}$) in the Soya/La Pérouse Strait.

する方法は6月と9月では異なった (Figs. 5 and 7). 6月では1回あたりの樽流し時間を短くして、1日あたりの樽流し回数を多くしていたのに対し、9月では1回あたりの樽流し時間を長くして、1日あたりの樽流し回数を少なくしていた。樽流し漁場は、6月は宗谷岬近くに漁場が集中し、9月は最も沖側へと拡大していた (Fig. 4). 北海道北部日本海沿岸ではミズダコが4-5月に接岸して6-7月に岸近くで密集し、8-9月には沖合へ移動することを報告しており (金丸, 1964), 宗谷海峡では明らかでないが樽流し漁場の

季節変化はこのようなミズダコの季節的な深浅移動を反映した結果であると思われる。樽流しでは時間とともに漁具が流されていく (Fig. 3) ので、ミズダコの分布域が狭い範囲に密集している時期に1回あたりの樽流し時間を長くすると、ミズダコの分布域を外れる可能性が高い。そのため、6月には漁業者は1回あたりの樽流し時間を短くし、1日あたりの樽流し回数を増やすことでミズダコの分布域と重なるように繰り返し樽流しを行い、漁獲量の向上につなげていたと推察される。一方で、9月は宗谷海峡内で最も漁場が拡大しており、長時間の連続した樽流しを行ってもミズダコの主な分布域を外れないと思われる。したがって、樽流し漁業において1日あたりのミズダコ漁獲量を増やすためには、ミズダコの季節的な分布の違いに応じて1回あたりの樽流し時間と1日あたりの樽流し回数を調整して、1日あたり樽流し総時間を長くすることが重要である。

樽流しは流れの影響を直接受けるにもかかわらず、季節的には平均 $20\text{--}30\text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ の範囲で推移していた (Fig. 7). 樽流し漁場の中心点 (Fig. 4) は宗谷岬から $1.7\text{--}9.8\text{ km}$ の範囲にあり、この範囲に重なる観測点の流速の月平均は約 $20\text{--}50\text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ で (Fukamachi et al., 2010), 漂流速度の月平均値よりも大きく変動する。さらに、宗谷海峡内は潮汐の影響により日周期的に流速が変化しており、ミズダコの漁場内にある観測点では流速が $0\text{--}約 100\text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ の範囲で潮汐周期的に変化する (Ebuchi et al., 2006). 一方で、漁獲量の向上が期待できる漂流速度は $5\text{--}50\text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ であった。つまり、漁業者は周期的に変化する流れの中で樽流しの流速となる最適時間帯を選択して出漁していたと考えられる。以上のことから、宗谷海峡の樽流しにおいて最適な流速帯は、 $5\text{--}50\text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ ($0.1\text{--}1\text{ kt}$) と推察される。

本研究では、漁船の航跡のGPSデータから間接的に漂流速度を把握した。樽流し漁具は、浮きに擬餌針が付随しているため、GPS記録から算出される樽流しの速さは、実際の流速より遅いと思われる。しかし、本研究で推奨する樽流し漁業に適した流速帯は $5\text{--}50\text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ と幅広いいため、漁業者が樽流しを行う判断基準としては十分な精度である。今後、宗谷海峡の樽流し漁業において無駄な出漁を抑えた操業の効率化を図るためには、潮流計などを活用して直接計測して、漁業の参考にすると同時に、流速がこの範囲となる時間帯を予測する手法の確立が必要である。

謝辞

本研究を行うにあたり、宗谷漁業協同組合の皆様には多大なご協力を頂いた。心よりここに厚くお礼申し上げる。本研究は、農林水産委託研究事業「新たな農林水産施策を推進する実用技術開発事業」の「宗谷海峡の空間情報統合によるミズダコ資源管理システムの開発 (平成18-21年度)」を活用した成果である。ここに記して謝意を表す。本報告をとりまとめるにあたり、北海道立総合研究機構釧路水産

試験場中明幸広調査研究部長, 稚内水産試験場前田圭司
研究参事にご助言とご校閲を頂いた。ここに感謝申し上げます。

引用文献

- Ebuchi, N., Y. Fukamachi, K. Ohshima, K. Shirasawa, M. Ishikawa, T. Takatsuka, T. Daibo and M. Wakatsuchi (2006) Observation of the Soya Warm Current using HF ocean radar. *J. Oceanogr.*, **62**, 47–61.
- Fukamachi, Y., K. Ohshima, N. Ebuchi, T. Bando, K. Ono and M. Sano (2010) Volume transport in the Soya Strait during 2006–2008. *J. Oceanogr.*, **66**, 685–696.
- 福田敏光・高橋 忠 (1960) 稚内市におけるタコ流樽漁業. 北水試月報, **17**, 406–409.
- 北海道水産業改良普及員職員協議会 (2006) 北海道の漁業図鑑 写真でみる沿岸漁業最前線. 北海道水産業改良普及員職員協議会, 札幌. CD-R.
- Ihaka, R. and R. Gentleman (1996) R: a language for data analysis and graphics. *J. Comp. Graph. Stat.*, **5**, 299–314.
- 金丸信一 (1964) 留萌沿岸のタコの種類とミズダコの生活. 北水試月報, **21**, 189–210.
- Matsui, T., T. Yagihashi, T. Nakaya, N. Tanaka and H. Taoda (2004) Climatic controls on distribution of *Fagus crenata* forests in Japan. *J. Veg. Sci.*, **15**, 57–66.
- Mitchell, A. (2005) *The ESRI Guide to GIS Analysis Volume 2: Spatial Measurements & Statistics*. ESRI Press, New York, 238 pp.
- 三橋正基 (2003) ミズダコ. 「漁業生物図鑑 新 北のさかなたち」水島敏博・鳥澤 雅監修, 北海道新聞社, 札幌, 342–347.
- 佐野 稔・坂東忠男 (2007) ハンディ GPS プロッタを用いたミズダコ資源分布図の作製の試み. *海洋水産エンジニアリング*, **7**, 15–21.
- 和田雅昭・畑中勝守・木村暢夫・天下井清 (2005) 水産業における情報技術の活用について-I. 一三次元海底地形の取得と活用一. *日本航海学会論文集*, **112**, 189–198.