ベーリング海東部におけるフィッシュミール
船団所属以東底曳船の1日の曳網数と
漁獲量・漁場深度との関係*

南 四 郎

(1965 年 9 月 8 日受理)

BATHYMETRIC CHANGE OF DAILY HAULS PER BOAT IN RELATION
TO DAILY CATCH BY THE DANISH SEINERS OF A FISH-MEAL
FLEET FISHING IN THE BERING SEA

Shiro MINAMI**

This report dealt with the bathymetric change of the frequency distribution of daily hauls per boat in relation to the daily catch found in the daily reports of 22 Danish seiners of one of the fish-meal fleets fishing in the Bering Sea during an entire season in 1963. The tendency of increase in daily catch manifested, as stated in the previous reports^{1) 2)}, the necessity of discussion on the bathymetric difference in the daily hauls per boat being stratified according to the grades of daily catch. And the further stratification of the same records analyzed in the previous reports into the four grades of daily catch per boat of 10 ton intervals (the records were already stratified according to the fishing areas and the fishing depths of 10m intervals) made it possible to get the following findings:

1. In most of the groups of samples, the frequency distribution of day-and-boats with respect of the number of daily hauls per boat plotted against $(11-x)$ on logarithmic scale was agreeable to the normal series (where a boat conducted x hauls a day), although those of some of the groups were thought to be the modification of this type and those of the others with good catch were normalized. These facts suggested that the above-mentioned type may be indicative of daily hauls per boat of the Danish seiners probably with the uniform performance fishing in the same depth zones of the same areas.
2. The groups of samples yielded the same grades of daily catch per boat showed the tendency of decrease in daily hauls per boat with increase in fishing depth; this tendency was very conspicuous in Area A, whereas very faint in Area C. It became, therefore, clear that the same tendency found before the stratification of the records according to the grade of daily catch was not the false one owing to the bathymetric difference in daily catch but the probably essential one owing to that of some other factors of significance.
3. The groups of samples in the same depth zones showed the tendency of decrease in daily hauls per boat with increase in daily catch per boat, although the boats repeated to haul the net on the days yielded the catch of 10 to 19 tons a boat as frequently as or less frequently than on the days yielded the catch of 20 to 29 tons a boat.
4. The standard deviation of daily hauls per boat seemed to change dependently of either the fishing area or the fishing depth, but that of the samples in the same depth zone of the same area was similar to one another regardless of the grade of daily catch per boat.

フィッシュミールの原料にする底魚類を目的とした母船式底曳網漁業はベーリング海東部における主要漁

* 水産大学校研究業績 第 458 号

** 水産大学校 (Shimonoseki College of Fisheries, Shimonoseki, Japan)

業の一つである。その付属漁船には以東底曳船と以西底曳船があり、それらの比率は船団によりまた操業年度により異なる。ここで扱った船団の付属漁船は前者が 22 隻、後者が 6 隻のほか、主に漁場調査に従事するトロール船 1 隻により構成される。いずれの付属漁船も主として大陸棚上のコガネガレイ *Limanda aspera* (主要漁場は深度 50 m から 110 m まで) またはスケソウダラ *Theragra chalcogrammus* (100 m から 150 m まで) を漁獲している。漁獲物は母船にわたされフィッシュミールにされる。著者ら²⁾は 1963 年に出漁したある船団に所属する全以東底曳船 22 隻の漁獲日報を整理し次の結果を報告した: 1) 資料を深度 10 m ごとに層別化すると、各層において 1 日 1 隻が曳網した回数 x の頻度は $x = 3$ から 7~9 までの間ゆるやかに増加しその後は急に減少する。2) そこで x を $\log(11-x)$ に変換すると頻度分布は正規分布によく適合する。3) 各層において 1 日に 1 隻が曳網した回数の平均値は深度とともに減少する。

しかし 1 日 1 隻あたりの漁獲量は深度とともに増加するので¹⁾、この深度の増加にともなつて曳網回数が減少する傾向は、深度の増加が直接影響したためか漁獲量の増加などを通じて間接的に影響したためかを確める必要がある。そこでこの報告では、同じ深度層ではほぼ同じ量の漁獲量をあげた場合の曳網回数頻度分布をしらべ、その深度および漁獲量との関係について論ずる。

資 料 の 層 別 化

この報告では前報¹⁾²⁾と同じ資料 (1963 年に出漁したある船団に所属する 22 隻の以東底曳船の操業日報) を用いた。この資料には漁場深度と各船が 1 日ごとに行なつた曳網回数およびそれによつてあげられた漁獲量が記されているので、この報告では各船 1 日ごとを単位として扱った (すなわち漁獲量または曳網回数とは各船の 1 日ごとのそれらである)。

この船団は 4 月下旬から 6 月上旬まで 58°N 以北・167°W 以東の漁場 (A 漁場) で主にコガネガレイを漁獲し、6 月上旬から 8 月上旬まで 58°N-60°30'N・171°30'W-175°W の漁場 (B 漁場) でスケソウダラを、その後 9 月下旬の終漁まで 59°N-62°30'N・176°30'W-179°W の漁場 (C 漁場) で同じくスケソウダラを漁獲した。これら 3 漁場は位置・漁期のほか主要対象魚種が異なるので、資料をまず漁場によつて層別化する。

各船の 1 日の漁獲量は 10~50 トンの範囲が多く、それ以外は少ないので、漁獲トン数の 1 位の数を切捨て 10 トンから 40 トンまでの 4 階級に分け、それ以外はここでは扱わない。

漁場の深度 (この報文では精度を考え 1 位の値を 4 捨 5 入して扱う) は 50 m から 150 m までの広範囲にわたるが、各漁場に分けて考えると、A 漁場では 50 m から 110 m、B 漁場では主に 100 m から 120 m、C 漁場では主に 120 m から 150 m になり、漁場ごとに範囲がずれておりまたその広がりも異なるので、深度による層別化の基準を漁場ごとに変えてよいだろう。A 漁場では 110 m 層の資料は十分あるが、他の 10 m ごとの層の資料は少ない。また前報¹⁾に記したように、80 m 層は主要魚種が異なるので別に扱った方がよいが、漁獲量によつて層別化するほど十分な資料がないのでここでは扱わない。70 m 以浅の各層は漁獲量によつて層別化するといずれの層の資料も十分でない。しかし前報²⁾ Fig. 1 に示したように、これらの各深度層の平均曳網数は大差ないので、これらの深度層は束ねて扱う。すなわち、A 漁場では 70 m 以浅・90~100 m 層・110 m 層の 3 つに層別化する。(以後便宜上、このようにして層別化された各組を記号 $iH_{j,k}$ であらわす。ただし i は漁場、 j は深度層番号で深度を m であらわした場合の 10 位以上の数値、 k は漁獲量の階級で漁獲トン数の 10 位の数値とする。すなわち、 $AH_{11,2}$ とは A 漁場・110 m 層・漁獲 20~29 トンの組をあらわす)。B 漁場では操業した深度の範囲が狭く資料が多いので、前報と同様に 10 m ごとの 3 層 (100 m・110 m・120 m) に分ける。C 漁場では 110~130 m の各層の資料は少ないが他は十分あるので、110~130 m・140 m・150 m の 3 層に分ける。しかし、 $AH_{7,4}$ ・ $AH_{11,1}$ ・ $AH_{11,2}$ ・ $BH_{12,1}$ ・ $BH_{12,2}$ ・ $cH_{14,1}$ ・ $cH_{14,2}$ の各組は資料が少ないのでここでは扱わない。

このようにして資料は漁場 (すなわち位置・漁期)・深度・漁獲量により 29 組に層別化される。これらの各組ごとに曳網回数の頻度分布をしらべた。

結 果

漁場・深度のほかさらに漁獲量によつて層別化された各組の曳網回数頻度分布曲線は、曳網回数 x を $\log(11-x)$ に変換すると正規分布に近い型になるので、これが正規分布に適合するとみなせるかどうか χ^2 を用いてしらべた ($P \geq 0.1$ の場合を適合するとみなす)。この際計算分布を求めるため実測分布から求めた標準偏差と平均値を用いると、分布の両端で頻度が低い項のこれらに及ぼす影響が著しいと考えられる。そこでこの影響をさけ、分布全体を考慮に入れながら頻度の高い項 (5 以上) に重点をおいて、標準偏差と平均値を求める必要がある。そのため分布全体から各 x における規準化変数*を計算し、5 以上の頻度がつづく x の範囲をとりあげ、その間における規準化変数の $\log(11-x)$ に対する 1 次回帰関係から求めた平均値と標準偏差を用いた。しかし適合するとみなせない組ではさらに規準化変数の x に対する 1 次回帰関係から正規分布を推定し、これに対する適合度をしらべ次の結果を得た。Fig. 1 は例として B 漁場における各組の実測分布と計算分布を示したものである。

Fig. 1. Comparison of the observed and the estimated frequency distributions of day-and-boats with respect of daily hauls per boat (Area B).

Note: The filled histogram shows the observed series; whereas the hatched one, the estimated series. The ordinate is frequency in day-and-boats. The estimated series in three groups of samples—(100 m, 30 tons), (110 m, 30 tons), and (110 m, 40 tons)—are based on the hypothesis that the frequency of day-and-boats plotted against the number of daily hauls a boat (x) is agreeable to the normal series; but those in the groups of the rest are based on other hypothesis that the frequency plotted against $(11-x)$ on logarithmic scale is agreeable to the normal series.

1) A 漁場では 9 組中 7 組 ($A_{H_{7,1}} \cdot A_{H_{9,2}}$ を除く), B 漁場では 10 組中 6 組 ($B_{H_{10,3}} \cdot B_{H_{11,3}} \cdot B_{H_{11,4}} \cdot B_{H_{12,4}}$ を除く), C 漁場では 10 組中 6 組 ($C_{H_{13,1}} \cdot C_{H_{13,2}} \cdot C_{H_{14,3}} \cdot C_{H_{15,1}}$ を除く) の曳網回数頻度分布は

* $E = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^Z e^{-\frac{t^2}{2}} dt$ における Z のこと。ここで E は x までの実測累積相対頻度である。

回数 x を $\log(11-x)$ に変換すると正規型に適合する ($P \geq 0.1$)。

2) A 漁場の 1 組 ($AH_{7,1}$) と B 漁場の 1 組 ($BH_{12,4}$) はこの分布にかなり近似する ($0.1 > P > 0.05$)。

3) この分布に適合するとみなせない組のうち、B 漁場の漁獲量が多い 3 組 ($BH_{10,8} \cdot BH_{11,8} \cdot BH_{11,4}$) は正規分布に適合する。 $AH_{9,4}$ は前者に適合するが、正規分布によりよく適合する。

4) $CH_{13,1} \cdot CH_{13,2}$ の両組では、曳網回数が 7 または 8 回に集中し、頻度 5 以上の階級が 3 以上とれないので χ^2 検定を適用することができないが、前者によく近似するらしい。

5) しかし $AH_{9,2} \cdot CH_{14,8} \cdot CH_{15,1}$ の 3 組はいずれの計算分布にも適合するとみなせない。

次に、同じ階級の漁獲をあげた日に行なつた曳網回数の深度変化と、各深度層において漁獲量の相異が曳網回数に及ぼす影響を知るため、各組の平均曳網回数と標準偏差を Fig. 2 に示した (いずれの分布にも適合するとみなせない組では x のままよりも $\log(11-x)$ に変換する方が実測分布に近づくので規準化変数の $\log(11-x)$ に対する 1 次回帰関係から求めた値を示す)。この図から次の傾向が認められる。

1) 同じ漁場で同じ階級の漁獲をあげた日 (Fig. 2 の同一記号の組) に行なつた曳網回数は、深度の増加にしたがつて減少する。この傾向は A 漁場では特に顕著であり、C 漁場では極めて弱い。また同様な傾向は漁獲量によつて層別化する前にも認められた。

2) 同じ深度層では、曳網回数は漁獲が多いほど減少する。ただし、各深度層とも漁獲量が 10~19 トンの組の平均曳網回数は 20~29 トンの組のそれと等しいか逆にやや減少する。

3) 曳網回数の標準偏差は、漁獲量に関係なく漁場と深度によつて異なるらしい。しかし $CH_{15,1}$ のそれは同じ深度における他の漁獲階級のそれより大きい。

考 察

前報²⁾ では各船が 1 日に曳網した回数は深度が増加するにしたがつて減少する傾向があることを報告した。しかし深度と共に漁獲量が増加するのでその影響を分離するために、さらに漁獲量によつて層別化して曳網回数の深度変化をしらべ次のことがわかつた：漁場 (すなわち位置・漁期)・深度・漁獲量によつて層別化された 29 組中 19 組では、各船 1 日の曳網回数 x を $\log(11-x)$ に変換すると、頻度分布は正規分布によく適合し、他の 4 組はこれに近似する。残りの 6 組中 3 組は曳網回数そのものの分布が正規分布に適合するが、他の 3 組はいずれの分布にも適合しない。

いずれの分布にも適合しないこれらの 3 組について原記録をしらべ次のことがわかつた：1) 漁獲が少なかつ

Fig. 2. Bathymetric change in the average of daily hauls a boat, with reference to that in the standard deviation (After stratification into the four grades of daily catch of 10 ton intervals).

Note: Triangle signifies the group observed in Area A; half circle, in Area B; and square, in Area C. The open mark symbolizes the group, the daily catch per boat of which is in the range of 40 to 49 tons; the filled one, 30 to 39 tons; the mark with right half filled, 20 to 29 tons; and that with left half filled, 10 to 19 tons. The true line shows the range of standard deviation of daily hauls per boat of the group of samples, the frequency of which plotted against $(11-x)$ on logarithmic scale is agreeable to normal series; whereas the broken one shows that of the group agreeable to normal series (where a boat conducted x hauls a day).

Fig. 3. Bimodality in the frequency distributions of daily hauls a boat found in the groups agreeable neither to $\log(11-x)$ normal nor to normal distribution.

Note: a) $\Delta H_{9.2}$ (Area A, 85 to 104 m deep, yielded 20 to 29 tons per day per boat) b) $cH_{15.1}$ c) $cH_{14.3}$

The filled histogram shows the observed series; whereas the hatched one is the estimated series based on the hypothesis that the frequency of day-and-boats plotted against $(11-x)$ on logarithmic scale is agreeable to the normal series.

た $\Delta H_{9.2}$ と $cH_{15.1}$ の2組では、Fig. 3 に示すように1日8・9または7回にみられるモードの他に6回または4回に第2のモードらしい値がみられるためいずれの分布にも適合しない。このように操業回数が少なくそのため漁獲が少ない例のうち $cH_{15.1}$ に含まれるものは大部分9月下旬の漁獲が急減した終漁直前に集中しており、 $\Delta H_{9.2}$ に含まれるものは特定の日に集中しないが、そのような例がみられる日でも他の大部分の船は1日に8・9回操業し約30トンの漁獲をあげている（これらは $\Delta H_{9.3}$ に入れられる）。2) また漁獲が多かった $cH_{14.3}$ の組では、Fig. 3 に示すように1日4曳網の頻度が高すぎるためいずれの計算分布にも適合しない。このようにわずかの曳網で他の船と同程度またはそれ以上の漁獲をあげた例は数日前から引続いて母船の処理能力を上回る漁獲（1日に合計650~700トン以上）をあげている日に数隻ずつの船でみられ、このような船は特定の船でなく日によつて変わる。

このようにこれらの各組では第2のモードに相当する例は1日中普通に操業したとは考えられない。すなわちいずれの分布にも適合しないこれらの3組も $\log(11-x)$ 正規型から変形したと考えられる。

同一深度層でも漁獲が多いほどそれをあげるに要した曳網回数が減少する傾向が認められる。これは漁獲が多いほど1網の作業時間が長くなるためと考えられるが、この資料ではこれ以上検討できない。

同じ量の漁獲をあげた日に曳網した回数は、深度が増加するにしたがつて減少する傾向がどの漁獲階級でも認められる。したがって漁獲量によつて層別化する前にも認められたこの傾向は、深度によつて漁獲量が異なるためでなく、曳網回数に及ぼす深度の直接的な影響があるいは深度とともに変化する漁獲量以外の要因によるらしい。

また1日に曳網した回数の標準偏差は同じ漁場の同じ深度層では漁獲量に関係なく大体近い値をとる傾向にあるが、 $cH_{15.1}$ のそれはこの層の他の漁獲階級のそれより大きい。これは曳網回数の実測分布が計算分布に適合しないのと同じように分布型が双峰型になつてきていることによるらしい。しかし同様の理由で適合しなかつた他の2組の標準偏差は同じ層の他の漁獲階級のそれに近い値をとる。

同一深度層で同じ量の漁獲をあげた場合でも、平均曳網回数が漁場によつて著しく異なる。これについて主な対象になる魚種やその分布様式が漁場によつて異なることの影響を無視できないだろう。しかし漁場によ

つて漁期がずれており、このような高緯度水域の長期にわたる操業では、漁期によつて昼間の長さが大きく変化するにもかかわらず各船とも夜間はほとんど操業しないので、曳網回数の漁場による相異は各漁期における昼間の長さとの関係があるかどうかについて検討する必要がある。そのほか、漁期のはじめは操業に慣れであること、乗組員の心理状態が漁期の進むにつれていろいろ変化するとの影響なども無視できないだろう。

要 約

1. 前報²⁾ではベーリング海東部において 1963 年に漁獲したフィッシュミール船団に所属する各以東底曳船が 1 日に曳網した回数は、深度とともに減少する傾向があることを報告した。しかし深度とともに漁獲量が増加するので¹⁾ その影響を分離するために、さらに漁獲量によつて層別化し、1 日 1 隻の曳網回数と深度および漁獲量との関係についてしらべた結果を報告する。

2. Fig. 2 に示したように漁場・深度・漁獲量の 3 要因によつて層別化された 29 組中漁獲が多かつた 3 組の曳網回数頻度分布は正規化されるが、19 組のそれは 1 日 1 隻の曳網回数 x を $\log(11-x)$ に変換すると正規分布に適合し（ただしこのうちの 1 組は前者によりよく適合する）、他の 4 組はこれに近似し、残りの 3 組もこの型から変形したと考えられる。また漁獲量によつて層別化する前はすべての組がこの型に適合した。

3. 同じ漁場で同じ階級の漁獲をあげた日の曳網回数 (Fig. 2 の同一記号の組) は、深度の増加にしたがつて減少する。この傾向は A 漁場では特に顕著であり、C 漁場では極めて弱い。

4. 同じ深度層では曳網回数は漁獲が多いほど減少する。ただし各深度層とも漁獲量が 10~19 トンの組の平均曳網回数は 20~29 トンの組のそれに等しいか逆にやや減少する。

5. 曳網回数の標準偏差は、漁獲量に関係なく漁場と深度によつて異なるらしい。

文 献

- 1) MAÉDA, H. and S. MINAMI: *This Bull.*, **31**, 340 (1965).
- 2) MINAMI, S. and H. MAÉDA: *ibid.*, **31**, 346 (1965).