

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

為石日出生*・花岡 明**・四之宮 博**

Prediction of Saury Fishing Conditions by the Fishing Data and Warm-Core Ring Parameter in the Begining of Southbound Migration

Hideo TAMEISHI*, Akira HANAOKA** and Hiroshi SHINOMIYA*

Abstract

As to the catch volume prediction of saury (*Cololabis saira*), there have been a variety of qualitative methods but less quantitative methods by mathematical modelling. In this paper, we proposed a quantitative prediction model through following general knowledge: ① The Oyashio southbound intrusion depends upon warm-core rings in the area and gives intense influence to saury catch volumes. ② The appearance of large type saury in the beginning of southbound migration indicates a rich catch in the year. ③ The larger body means the better bait conditions, thus stableresources bring the richer catch.

These factors changed into explanatory variables the area of warm-core ring off Kushiro: X1, CPUE and average body length of Saury by research vessels in September: X2 and X3. The multiple regression model for saury catch volumes Y in the year was obtained as follows: $Y = -0.47X_1 + 0.59X_2 + 0.05X_3$, $r = 0.84$.

It has been clarified that the northbound saury migrate along the Kuroshio northward branches and warm streamers. Accordingly, we analysed several materials concerned and proved that saury fishing grounds in the begining of southbound migration would be formed in and around warm-core ring off Kushiro, off Kurile Islands and farmore east.

1. はじめに

水産庁の漁海況予報事業は、計画的かつ効率的な操業に役立ち、漁家経営の安定に資するために行われている。その予報対象魚種であるサンマは、来遊量の年変動が大きく漁獲量予測の困難な魚種の1つである。これは、その分布範囲が大きく資源変動や漁場形成が、海況要因に大きく影響を受ける魚種だからである。過去において、松宮・田中(1976)は、表面水温分布図を数量化し、漁場形成機構や資源特性値との関係を重

回帰分析によって解明しようとしたが、有意な結果は得られず、今後の課題として細かい水塊配置を考慮する必要があることを指摘している。その他、サンマ漁獲量の予測については、定性的な手法が多く、暖水塊などの海況要因や魚体の大きさなどの生物要因をいれた定量的な予測手法はほとんど確立されていない。

本論文では、従来から慣性的に言われていた南下初期の漁況が漁期全体の総漁獲量に影響することに着目し(福島, 1979), 漁獲量予測モデルを構築するものである。また、南下初期の漁場予測は、サンマ魚群が北上期に暖水域を北上していることから(小坂・平井, 1988), 北方水域の暖水塊(域)の北側が南下初期の漁場位置となっていることを総観的に実証するものである。

1997年1月8日受理

* 漁業情報サービスセンター Japan Fisheries Information Service Center, 2-9-7, Ikenohata, Taitou, Tokyo 110, Japan.

** 日本大学農獣医学部水産学科 Department of Fisheries, Nihon University, 1866, Kameino, Fujisawa, Kanagawa 252, Japan.

Table 1 Correlation coefficients between warm-core ring parameters and catch volumes in the year.

Layer	Parameter	Aug.		Sep.		Oct.		Nov.	
		Off East Hokkaido	Off Sanriku	Off East Hokkaido	Off Sanriku	Off East Hokkaido	Off Sanriku	Off East Hokkaido	Off Sanriku
Surface	Area	/	/	-0.613	/	/	/	/	/
	Width	/	/	-0.535	/	/	/	/	/
100m	Area	-0.063	0.292	-0.629	0.179	-0.639	-0.117	/	0.095
	Width	0.124	-0.078	-0.379	0.189	-0.654	-0.165	/	0.076
200m	Area	-0.499	0.122	-0.789	-0.24	/	-0.381	/	-0.109
	Width	-0.416	0.256	-0.632	-0.089	/	-0.04	/	0.253

2. 資料と方法

(1) 資料

本研究で用いた資料は、つぎのとおりである。

①東北区水産研究所作成「漁場概報」100m深・200m深水温分布図(1978~1992年)。

②社団法人漁業情報サービスセンター(以下JAFICと略称)発行「漁海況速報(1978~1992年)」(この速報から年別地域別サンマ漁獲量, 9月の試験船サンマ魚体組成データ, サンマ魚体別総漁獲量データ, 道東沖サンマ魚体別漁獲量, サンマ漁場位置, 表面水温図を抜粋)。

③範囲は35°00'~50°00' N, 140°00'~160°00' Eである。

以上の資料に基づき, つぎのような処理, 分析を行った。

(2) サンマ年間総漁獲量の予測

①釧路沖および三陸沖の8~11月の月別の代表的暖水塊について, 表層, 100m層, 200m層の層別に, その大きさ(緯度・経度10分メッシュの数), 暖水塊が東西に広がると魚群の沿岸への南下を妨げる要因となる可能性があるため暖水塊東西の最大幅(マイル), 中心の緯度, 経度を調べた。ついでこれらのパラメータとサンマ年間総漁獲量(Y)との関連性について調べ, 最も高い相関を持つ暖水塊のパラメータを抽出することを試みた。

②その暖水塊のパラメータを, サンマ年間総漁獲量を予測するための第1説明変数(x_1)とした。これは, 親潮の南下およびサンマの漁況は, その海域の暖水塊の影響を強く受ける(福島, 1979)という一般的定説に基づく。

③ついで, 9月の試験船操業によるサンマ漁獲の大型魚1日1隻当たりの尾数を第2説明変数(x_2), 同

じく全体の平均体長を第3説明変数(x_3)とした。これはサンマの漁獲量は中大型魚主体年は豊漁, 中小型主体年は不漁となる(福島, 1990)という定説に基づく。

④これら3説明変数と目的変数のサンマ年間総漁獲量との重回帰分析を行い, 次式の a_0 および偏回帰係数 a_1, a_2, a_3 を求めた。

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 \quad (1)$$

なお, それらのデータを標準化して, 次式の標準偏回帰係数 A_1, A_2, A_3 を求め, その絶対値から目的変数Yに対する各説明変数の寄与度を調べた。

$$Y = A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_3 \quad (2)$$

(3) サンマ初期漁場の予測

一般的にサンマの南下期への移行期は8月下旬と言われている(福島, 1979)。また, 南下初期漁場位置の予測に関しては, サンマ魚群が北上期暖水域を北上する(小坂・平井, 1988)ことから, サンマ南下初期漁場は, 釧路沖暖水塊やエトロフ沖暖水塊の位置との関係が強いと考えられる。そこで, 総観的な関連を明らかにするため9月上旬の表層水温図から暖水塊や暖水域を模式的に描き, 南下初期漁場としての可能性の強い9月上旬のサンマ漁場をプロットした。

3. 結果

(1) サンマ年間総漁獲量の予測

海域別, 月別, 層別の暖水塊の大きさおよび最大幅と年間総漁獲量とのそれぞれの相関係数は, Table 1に示すとおりである。これから9月道東沖の200mの暖水塊の大きさが最大相関(-0.79)を持っていることがわかった。そこでこの暖水塊の大きさ(x_1)を第1説明変数に選んだ。第2, 第3説明変数に関しては, 前述のとおり, それぞれ9月道東沖における試験船の

Table 2 Values of explanatory variables (X_1, X_2, X_3) and criterion variables (Y) for multiple regression analysis.

Year	Area of Kushiro warm-core ring at 200m depth (X_1)	CPUE (number) of Large Type saury (X_2)	Average body length(cm) (X_3)	Total catch of saury (ton) (Y)
1978	8.0	42.8	26.82	28.98
79	19.0	32.8	27.23	21.01
80	82.5	29.4	27.55	15.94
81	123.5	15.2	25.90	12.40
82	105.0	11.5	27.58	14.81
83	63.0	56.3	29.18	20.97
84	61.0	72.8	29.73	20.14
85	10.5	49.4	27.58	24.11
86	13.0	50	28.80	21.04
87	23.5	34.3	28.32	19.72
88	49.0	46.3	29.06	28.15
89	58.0	44.2	28.70	23.85
90	68.0	145.9	27.73	30.56
91	41.0	72.7	30.57	28.82
92	39.0	83.1	29.41	25.69

大型サンマ平均漁獲尾数（1日1隻当たり）(x_2)、平均体長 (x_3) とした (Table 2)。なお x_2, x_3 と y との相関は、0.71, 0.09 で、 x_1 と x_2, x_2 と x_3, x_3 と x_1 の相関は、それぞれ $-0.168, +0.395, -0.250$ であり、説明変数間の相関が低い事を確認した。これら3つの説明変数と年間総漁獲量との重回帰分析の結果、重回帰係数0.84というきわめて高い相関が得られた。素データによる回帰式は、

$$y = 14.159 - 0.074x_1 + 0.099x_2 + 0.241x_3 \quad (3)$$

また、標準化データによる回帰式は、

$$Y = -0.47X_1 + 0.59X_2 + 0.05X_3 \quad (4)$$

であった。さらに、この重回帰の検定を試みた結果、0.5%の危険率で $F_0 = 8.668 > 7.6004 = F(3, 11; 0.005)$ となり、予測に役立つことがわかった。

この結果、南下初期に、道東沖で大型魚の来遊量が多く、暖水塊が小さく、魚体が大きいほど、その年の総漁獲量が多いということが分かった。

(2) サンマ南下初期漁場の予測

Fig. 1 と 2 は 9 月上旬の釧路沖やエトロフ沖の暖水塊 (域) と同時期のサンマ漁場の位置とを模式図にしたものである。これによると、沖合域に初期漁場が形

成される場合、それはエトロフ沖暖水塊 (域) か、またはさらに沖合のシンシル島沖の暖水塊 (域) の周辺に形成されている。そこで、漁場形成に関連する暖水塊の中心位置とサンマ初期漁場の中心位置 (漁場重心: 宇田, 1960) との相関をみたところ、相関係数は緯度で $r=0.77$ 、経度で $r=0.88$ であった (Table 3)。これにより、南下初期の漁場予測には 9 月上旬の表層性暖水塊の位置と関連があることが分かった。

4. 考察

(1) 漁獲量予測

サンマ漁獲量予測モデル式(4)の標準化データによる回帰式は、道東沖大型魚の CPUE の標準偏回帰係数が、 $+0.59$ で、その絶対値は 3 説明変数中最大である。これは、道東沖の来遊量の大きさが 3 つの説明変数のうち年間総漁獲量に寄与する度合いが最大であり、 x_2 が大きいほど総漁獲量は多くなることを示している。これは、南下初期に道東沿岸に大型魚の来遊量が多くなれば、その年の総漁獲量が多いという定説を定量的に裏付けるものである。

つぎに寄与が大きい値は、釧路沖暖水塊の面積で標準偏回帰係数が -0.47 である。この面積が大きい場合には、その影響で沿岸域の親潮の南下が弱くなり、親

南下初期データによるサンマ漁況予測

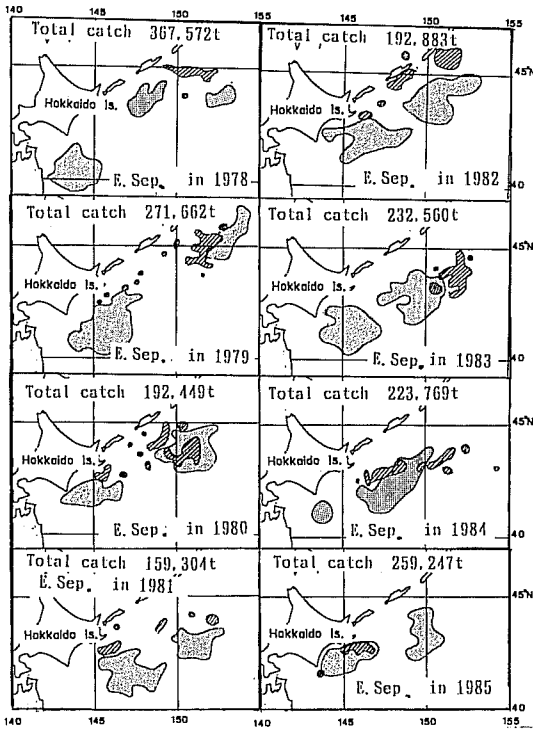


Fig. 1. Schematic views of surface warm-core rings (■) and saury fishing grounds (///) in early September 1978-1985. Explanatory notes in figures show total catch volume in the year.

潮の強い南下部が沖合に分布しサンマの主回遊経路も沖合化することを意味している。このため、漁場も沖合に分布し航海に日数が取られることや、漁場探索も困難が増すため総漁獲量も減少するものと考察される。一方、平井 (1984) と SAITOH *et al.* (1986) はサンマ漁場が親潮の南下に沿って形成されることを指摘しており、暖水塊が小さい場合には沿岸の親潮が強く漁場も沿岸に形成されるので、漁獲量の増加に繋がると考えられる。 x_3 の標準偏回帰係数は、試験船の漁獲したサンマ平均体長が大きいほど、総漁獲量が多くなることを意味しているが、 x_1 、 x_2 ほど寄与度が大きくないことがわかった。

この要因の寄与度が小さい原因として、サンマの寿命が現在の段階では、1年説 (WATANABE *et al.*, 1988), 2年説 (巢山ほか, 1992), 2.5年説 (巢山, 1994) など諸説があることなどから、サンマの成長や耳石の透明帯の発達には北上期の海況変動の影響を受け易いことによるもので、資源量とは余り関連がないと

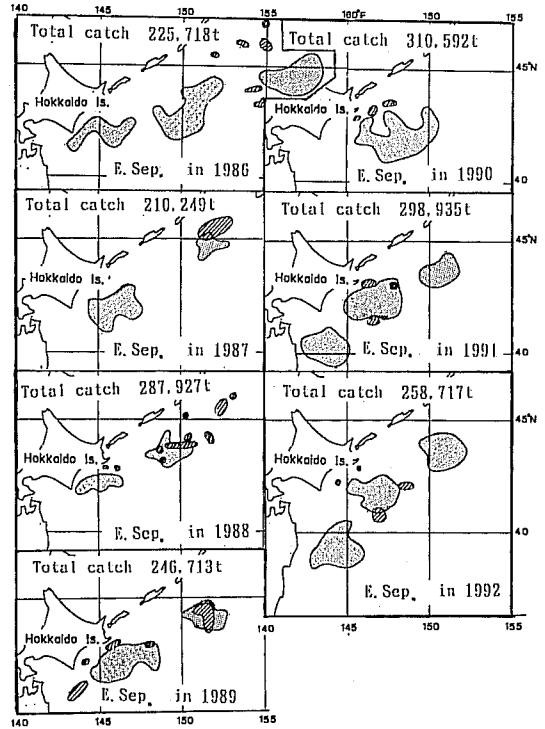


Fig. 2. Same as Fig. 1, but in early September 1986-1992.

考察される。

(2) 漁場予測

サンマ南下初漁期の漁場は、北上暖水の最北端部である釧路沖からシムシル島付近までの暖水塊 (域) 北側潮境周辺 (千島前線) に多い傾向にあることが分かった。このことは、小坂 (1991) が北上期のサンマは暖水側に多く分布していることをつきとめていることや、為石ほか (1994a, b) はマイワシを例にし魚群の北上期には暖水ストリーマが大きな役割をしていることを指摘し、二平 (1996) は実際に1988年6月下旬沖合北上暖水域 (145°~150°E) の暖水ストリーマの先端部でサンマの小型群を約950尾漁獲している、ことによって裏付けられている。しかし、南下期の漁場が親潮系冷水の南下先端部に形成される傾向にあることから、8月下旬~9月上旬には、サンマは北方暖水塊 (域) の潮境を越え、冷水側へ移行すると考えられる。この移行の原因に関しては、将来サンマ自身の生態的要因やそれを取り巻く微細な環境要因から解明する必要があると考察される。

Table 3. Situation of warm-core ring and Saury fishing ground center in early September 1978-1992.

	warm-core ring		saury fishing ground center	
	Latitude of	Longitude of	Latitude of	Longitude of
78	43.7	148.5	44.8	150.8
79	41.5	145.7	43.2	146.4
80	41.9	145.0	42.7	146.1
81	41.6	147.0	43.2	145.9
82	42.0	146.0	43.3	146.8
83	43.0	149.0	43.8	151.9
84	42.5	148.3	43.0	148.3
85	42.2	145.3	42.6	145.8
86	43.2	150.3	45.4	153.6
87	44.7	151.8	45.4	152.2
88	42.3	145.0	42.8	145.7
89	42.3	146.7	42.5	145.5
90	42.0	148.0	44.0	146.7
91	42.3	146.7	42.4	146.7
92	41.7	146.5	41.6	147.2

謝 辞

本論文を草するにあたり、東北海域の9月200m深(1978~1992)の水温分布図を提供して頂いた東北区水産研究所海洋動態部第1研究室室長稲掛伝三博士に深甚の謝意を表します。また、花咲港にて多数のサンマ棒受網漁船から聞き取り調査を実施し、多くの漁況データを入手して頂いた漁業情報サービスセンター事業一課高橋浩二主査に対し、ここに記して感謝申し上げます。最後に、本論文を良心的かつ教育的に査読して頂いた諸先生方に心より御礼申し上げます。

文 献

福島信一(1979)北西太平洋系サンマの回遊機構の総観的解析. 東北区水産研究所研究報告, 41, 1-70.
 福島信一(1990)北太平洋の海況とサンマ資源変動. サンマ研究会討論会報告(平成2年度), 水産庁東北区水産研究所, 159-162.
 漁業情報サービスセンター(1978~1992) 昭和53年度~平成4年度漁海況速報年報.
 平井光行(1984)サンマ漁場の移動と親潮. 海洋科学 Vol. 16, No. 12, 707-712.
 小坂 淳(1991)北西太平洋におけるサンマの生活史とそれにもとづく資源変動の考察. 東北大学学位論文.
 小坂 淳・平井光行(1988)多獲性浮魚類と潮境-サンマ事例を中心に-. 水産海洋研究会25周年記念誌, 282-294.

松宮義晴・田中昌一(1976)東北・北海道海区の表面水温分布の数量化とサンマ漁場との結びつき. 水産海洋研究会報 第29号, 30-40.
 二平 章(1996)潮境域におけるカツオ回遊魚群の行動生態および生理に関する研究. 東北水産研究所研究報告, 58.
 SAITOH, S., S.KOSAKA and J.IISAKA(1986) Satellite infrared observations of Kuroshio warm-core rings and their application to study of Pacific saury migration. Deep-Sea Research, 33, 1601-1615.
 巢山 哲・本間隆之・桜井泰憲・島崎健二(1992)耳石日周輪に基づく北西太平洋のサンマの年齢と成長. 第41回サンマ資源研究会議報告, 218-225.
 巢山 哲(1994)耳石透明帯に基づくサンマの加齢と寿命の推定. 第44回サンマ資源研究会議報告, 316-323.
 為石日出生・樫村裕一・四之宮 博(1994a)北上期におけるマイワシの三陸まき網漁場に関する知見. 日本水産学会誌, 60, 39-44.
 為石日出生・樫村裕一・四之宮 博(1994b)北上期における三陸海域でのマイワシ群の回遊に果たす暖水ストリーマの役割. 日本水産学会誌, 60, 45-50.
 東北区水産研究所(1978~1992)漁場概報. 100m深・200m深水温分布図.
 宇田道隆(1960)海洋漁場学, 水産学全集, 16, 恒星社厚生閣, 347.
 WATANABE, Y., J.L. BUTLER and T. MORI(1988) Growth of saury, *Cololabis*, in the north eastern and north-western Pacific Ocean. Fish Bull., U.S., 86, 489-498.