

# 対馬沿岸におけるクロマグロ幼魚の漁獲量変動要因の重回 帰分析による解析

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	松村, 靖治
巻/号	55巻10号
掲載ページ	p. 1703-1706
発行年月	1989年10月

## 対馬沿岸におけるクロマグロ幼魚の漁獲量変動要因の 重回帰分析による解析

松 村 靖 治

(1989年2月27日受付)

### Factor Affecting Catch of Young Tuna *Thunnus orientalis* in Waters around the Tsushima Islands

Yasuharu Matsumura\*<sup>1</sup>

The catch of the young tuna *Thunnus orientalis* shows wide fluctuation by the year in waters around the Tsushima Islands. They changed from 150 t to 2076 t during the period from 1975 to 1987. Effects of four factors on the fluctuation were recognized in the present studies by the use of multiple regression analysis. The factors are as follows: the catch of the young tuna in Kochi Prefecture ( $X_1$ ), volume transport of the Tsushima current ( $X_2$ ), thermal gradient in western waters of the Tsushima Islands ( $X_4$ ), surface temperature at Meshima ( $X_5$ ). The relation between the catch ( $Y$ ) and the factors is as follows:

$$Y = -4215.5 + 94.1X_1 + 125.1X_2 - 181.2X_4 + 169.8X_5$$

The regression is significant at 1% level. The factors are considered to have following meaning;  $X_1$  is the abundance of recruitment,  $X_2$  is the environment helping migration of the young tuna to the fishing ground,  $X_4$  and  $X_5$  are the conditions affecting fishing ground formation. It is considered that the catch in next fishing season could be forecast by the equation.

クロマグロ *Thunnus orientalis* は 5~6 月に台湾東方海域を中心に、一部は日本海でも産卵を行い<sup>1,2)</sup> 孵化後の稚魚は黒潮や対馬暖流に乗って太平洋沿岸や日本海を北上し、秋以降に南下する索餌回遊を行う。<sup>3)</sup> 対馬沿岸ではこの当才魚の南下群を対象として曳縄釣漁業が行われているが、漁獲量は年により 150 t から 2000 t までの大きい変動を示し、このような豊凶は漁家経営に深刻な影響を与えてきた。今後、操業の効率化による漁家経営の安定を図るうえで、この変動要因の解明による漁況予測手法の確立が望まれている。

漁況予測のためには、漁獲量に変動をもたらす外部要因を抽出し、漁獲量との相互関係を量的に明かにする必要がある。近年コンピュータの利用技術の発展と共に、多変量解析の手法により、漁獲量に及ぼす外部要因の複合的な作用の解析が容易となってきた。<sup>4-7)</sup>

そこで、著者は多変量解析の一つである重回帰分析法を用い、対馬沿岸における漁獲量の変動について解析し、2, 3 の有用な知見を得たので報告する。

#### 資料及び方法

対馬沿岸における漁獲量は、農林統計の対馬海区メジ

漁獲量 (昭和 50 年~62 年, 単位: t) から得た。対馬沿岸におけるクロマグロの漁期は 10~12 月であるので、暦年で整理されている農林統計で把握できるものと思われる。外部要因については漁獲量の変動と関係があると思われるもので、将来この要因を用いて予測が可能であることを考え、初漁期 (10 月中旬) までに情報収集が可能以下の 5 つを選定した。

高知県におけるクロマグロ幼魚の漁獲尾数 ( $X_1$ ) 高知県では夏期に曳縄釣や定置網で当才魚が漁獲されている。これは対馬に比べて 3 カ月も漁期が早いことから、太平洋発生群の資源水準を事前に推測する上で重要と思われたので選定した。高知県における漁獲量は、過去の資料が整っている清水、室戸、窪津 (Fig. 1) の 3 漁協で代表させた。これら 3 漁協の漁獲量の合計と、高知県全体の漁獲量との相関係数は 0.991 と高く、これら 3 漁協の合計は県全体の変動をよく反映していると思われた。なお 7~8 月の漁獲量を対象としたが、月別の 1 尾当りの平均魚体重が著しく違い (7 月: 100 g, 8 月: 400 g)、<sup>8)</sup> 年により各月の漁獲量に偏りがあると、漁獲量では正確な加入量を把握するには不適と思われたため、ここでは月別の漁獲量を月別 1 尾当りの平均体重で除して尾

\*<sup>1</sup> 長崎県水産試験場 (Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries, Matsugae, Nagasaki 850, Japan).

\*<sup>2</sup> 広田仁志: 南西海区ブロック会議-外海漁業研究会ならびに「200 カイリ水域内漁業資源調査」打ち合せ会議議事要録, 33-49 (1979).

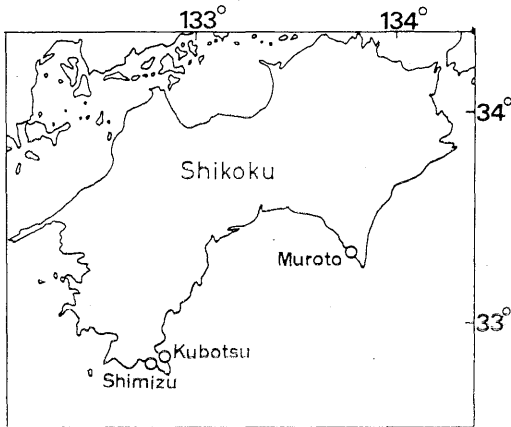


Fig. 1. The localities of the three fisheries cooperative associations whose catch records of young tuna were used as the representative of the total catch in Kochi Prefecture.

数に換算したものを用いた。

**夏期における対馬暖流の勢力 ( $X_2$ )** クロマグロ幼魚の北上期における対馬暖流の影響をみるために選定した。暖流の勢力を表すものとして五島西沖における地衡流量を用いた。流量  $Q$  の計算には長崎県水産試験場が行っている海洋観測資料の8月分を用い、五島西沖を北上する対馬暖流を横切る Fig. 2 に示す C-D の2点間の断面について海底面を無流面として行った。計算方法は海洋観測指針<sup>9)</sup>に従った。

**対馬暖流域におけるシイラ漁獲量 ( $X_3$ )** 長崎県において、シイラはシイラ漬により五島西方海域及び五島灘の対馬暖流域で7~8月を中心に漁獲されており、<sup>9)</sup> クロマグロ幼魚の北上過程において、捕食種として影響しているのではないかと考えて選定した。資料は、農林統計個表に基づきシイラ漬の代表漁協である野母崎漁協 (Fig. 2) の8月分の漁獲量を用いた。

**対馬西水道における韓国沿岸水の勢力 ( $X_4$ )** 漁場形成期における韓国沿岸水の影響をみるために選定した。韓国沿岸水の勢力を表すものとして地衡流 (対馬暖流) とのバランスを考慮して水温水平傾度を用いた。資料は韓国水産振興院が行っている定線観測のうち10月分に基づき、Fig. 2 に示した A 及び B の観測点における表面水温をそれぞれ  $T_A$  及び  $T_B$  とし  $T_B - T_A$  を求めた。この値が大きい程、韓国沿岸水の勢力が大きいことを表している。

**女島における定地水温 ( $X_5$ )** 漁場形成期における対馬暖流域の表面水温の影響をみるために選定した。資料は西日本海況旬報 (長崎海洋気象台発表) の女島 (Fig. 2, E 点) における沿岸定地水温 (10月中旬) を用いた。

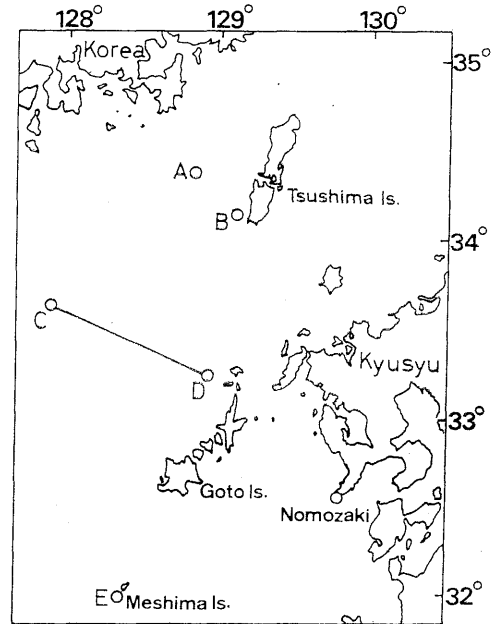


Fig. 2. A and B are the localities where thermal gradient was calculated, C-D is the line section where volume transport of the Tsushima current was calculated and E is the locality of Meshima Island.

以上の  $X_1 \sim X_5$  の外部要因を説明変数とし、対馬沿岸におけるクロマグロ幼魚漁獲量を目的変数 ( $Y$ ) として重回帰分析を行った。但し  $X_1$  と  $X_2$  については、それぞれの値を  $10^4$  及び  $10^5$  で除して用いた。また1986年については、 $X_2$  の資料が得られなかったため対象から外した。ここでは説明変数が5要因と少ないので、重回帰分析の変数選択法 (全可能回帰法) により変数を1つずつ増加させながら最も有効な変数の組を採択する方法を用いた。

## 結 果

目的変数及び説明変数の実数を Table 1 に、さらに目的変数と説明変数及び説明変数間の相関をみるために、相関マトリックスを Table 2 に示した。Table 2 によると漁獲量と相関が認められたのは  $X_1$  で、相関係数  $r = 0.756$  は1%の水準で有意であった。また説明変数間には相関性は認められず、いわゆる多重共線性の問題はなかった。

変数選択法の計算過程を Table 3 に示した。まずステップ1では説明変数のうち漁獲量と相関が認められた  $X_1$  が式の中に採択された。さらにステップ2では5つの説明変数の中から重相関係数が最大となる  $X_1$  と  $X_2$  の組合せが採択された。このようにして変数を1つずつ増加させながら重相関係数が最大となるような変数の組

Table 1. Catch and surrounding factors investigated

Year	Catch (t)	$X_1$ ( $\times 10^4$ )*	$X_2$ ( $\times 10^5$ m <sup>3</sup> /s)	$X_3$ (t)	$X_4$ (°C)	$X_5$ (°C)
1975	150	0.20	5.83	218	2.75	25.5
1976	277	0.73	6.23	238	2.45	23.6
1977	911	0.60	12.45	119	4.30	24.9
1978	2076	11.10	9.56	64	0.60	24.4
1979	719	0.83	8.36	88	0.59	24.9
1980	268	0.65	5.62	44	2.82	24.5
1981	569	0.73	12.22	168	3.76	23.7
1982	312	0.48	7.36	187	2.03	24.4
1983	1416	0.23	12.80	153	2.63	24.7
1984	1018	2.80	9.72	188	2.11	24.4
1985	914	0.13	6.97	69	1.51	25.8
1987	458	0.33	2.76	77	0.39	24.5

\* numbers of individual.

Table 2. Correlation matrix among catch and surrounding factors

	Y	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
Y	1.000	0.756*	0.549	-0.360	-0.264	0.063
$X_1$	0.756*	1.000	0.168	-0.277	-0.388	-0.174
$X_2$	0.549	0.168	1.000	0.138	0.522	-0.142
$X_3$	-0.360	-0.277	0.138	1.000	0.410	-0.319
$X_4$	-0.264	-0.388	0.522	0.410	1.000	-0.152
$X_5$	0.063	-0.174	-0.142	-0.319	-0.152	1.000

\* Significant at 1% level.

Table 3. Calculation process by multiple regression analysis\*

STEP	$a_0$	$X_1$ $a_1$	$X_2$ $a_2$	$X_3$ $a_3$	$X_4$ $a_4$	$X_5$ $a_5$	R	AIC
1	542.1	137.3					0.756	172.50
2	-85.6	124.1	77.9				0.868	167.71
3	15.2	83.5	127.4		-207.8		0.926	162.97
4	-4218.5	94.1	125.1		-181.2	169.8	0.944	161.96
5	-3262.4	89.3	124.6	-1.0	-165.2	135.7	0.950	162.68

\* R : Multiple correlation coefficient.

AIC: An Information Criterion.

 $a_0$ : Constant term. $a_1 \sim a_5$ : Partial regression coefficient.

合せを求めた。ここで説明変数の有用さを示す尺度として AIC<sup>10)</sup> を用いた。この係数が小さいほど変数群の回帰に対する効率が低いと見なせる。すなわち AIC はステップ 4 で最小値を示し、今回のモデル式の中ではステップ 4 で得られた重回帰式

$$Y = -4218.5 + 94.1X_1 + 125.1X_2 - 181.2X_4 + 169.8X_5$$

が最良であった。

分散分析の結果は  $F(4,7; 0.01) = 7.847 < 14.361$  となり 1% の水準で有意であった。すなわち  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_4$  及び  $X_5$  の説明変数の組は Y を説明するのに役だっており、これら 4 つの外部要因が関わっていることが示唆された。

得られた重回帰式からの計算値と実際の漁獲量を

Fig. 3 に示した。年により残差の違いはあるが、計算値は漁獲量の多寡及び前年に対する増減傾向をよく表していた。偏回帰係数から漁獲量にたいして  $X_1$ ,  $X_2$  及び  $X_5$  は増加要因、 $X_4$  は減少要因であった。さらに説明変数の漁獲量の変動に対する寄与の大きさをみるために偏回帰係数を標準化したものは各々  $X_1$ : 0.518,  $X_2$ : 0.697,  $X_4$ : -0.399,  $X_5$ : 0.191 を示し、 $X_2$ ,  $X_1$ ,  $X_4$ ,  $X_5$  の順に漁獲量の変動に寄与していた。

## 考 察

今回の研究で、高知県の漁獲量 ( $X_1$ ) と対馬暖流の勢力 ( $X_2$ ) が増加要因として漁獲量の変動に大きく関わっていることが判った。高知県は太平洋発生源が最も早期

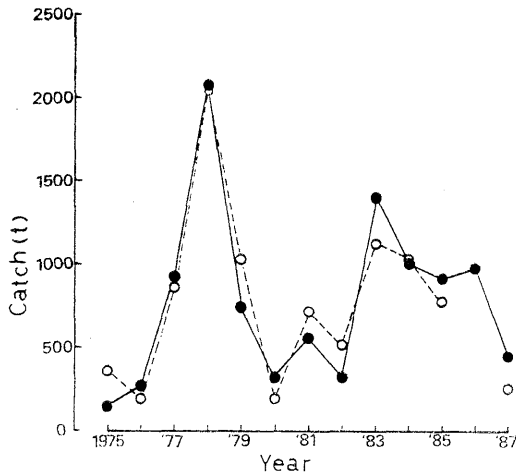


Fig. 3. Comparison of the actual value (solid circle) and calculated one (open circle) for the catch in the waters around the Tsushima Islands.

に漁獲される場所である。対馬沿岸と高知県における漁獲量の間に高い正の相関が認められたことは、対馬沿岸における資源が太平洋発生群に依存していることを示すと共に、高知県における漁獲量も共通の要因、例えばその年の太平洋発生群の資源水準に依存していると考えられる。また、 $X_2$ が増加要因として認められたことは、対馬暖流が幼魚の輸送手段として加入機構に大きく関わっていることを示すものであろう。さらに、この2つの要因の組合せは高い重相関係数 ( $R=0.868$ ) を示しており、この2つの要因が複合することにより、加入量を左右し、対馬沿岸における漁獲量変動の主要な部分を決定しているものと推察される。またこの推察は、日本海発生群による資源への貢献は少ないとする既往の知見<sup>2)</sup>とも矛盾しない。

対馬沿岸域におけるクロマグロ幼魚の主漁場は、対馬西水道であり、韓国沿岸水の勢力が強い年には、対馬暖流は圧迫され適水温帯が狭くなることにより魚群の南下が早まると推察されている。<sup>11)</sup> また、五島西沖の積算水温と漁獲量の関係からは、漁期の水温が高いことが豊漁の条件と考えられている。<sup>\*</sup> 今回の研究では、対馬西水道における韓国沿岸水の勢力 ( $X_4$ ) 及び女島における定地水温 ( $X_6$ ) の上昇が、それぞれ漁獲量の減少及び増加の

要因として認められており、既往の知見と一致する結果を得た。ただ、 $X_4$  及び  $X_6$  は標準化した偏回帰係数の大きさからみると漁獲量を大きく左右する要因ではなく、漁場形成に関わる環境要因として漁獲量変動に間接的に影響しているものと思われる。

上記のように、対馬沿岸におけるクロマグロ幼魚の漁獲量に影響すると思われる5つの外部要因を抽出し、数値化して重回帰分析を行った結果、漁獲量の変動は4つの外部要因と密接な関係をもつことが判明した。今後4つの外部要因が的確に把握できれば、重回帰式により定量的予測が可能と思われる。予測の時期は4つの要因が収集される10月中旬以降となるが、 $X_1$  と  $X_2$  の組合せでも十分に重相関係数が高いことを考慮すると、 $X_1$  と  $X_2$  でまず漁期前(9月上旬)に初期予測を行い、その後  $X_4$  と  $X_6$  を加味して補正するという方法も可能であろう。また、今後の予測精度の向上のためには、太平洋発生群の北上に伴う生態的な情報の収集や対馬沿岸における加入機構の研究が不可欠であろう。

本稿を草するにあたり、有益な御助言をいただいた西海区水産研究所新宮千臣博士並びに高知県の漁獲統計資料について御教示いただいた高知県農林水産部漁業振興課松村春樹氏に深謝の意を表する。

## 文 献

- 1) 矢部 博, 上柳昭治, 渡辺久也: 南水研報告, **23**, 95-129 (1966).
- 2) 沖山宗雄: 日水研報告, **25**, 89-97 (1974).
- 3) 安田富士郎: マグロ, 第1版, 成山堂書店, 東京, 1984, pp. 1-34.
- 4) 土井長之: 漁場海況概要, **52**, 32-36 (1971).
- 5) 岸 道郎: 水産海洋研究会報, **38**, 1-5 (1981).
- 6) 俵 悟: 海洋科学, **173**, 618-623 (1984).
- 7) 俵 悟: 水産大学校研究報告, **34**, 1-103 (1986).
- 8) 気象庁: 海洋観測指針, 第3版, 日本気象協会, 東京, 1970, pp. 91-101.
- 9) 桑野雪延, 森 勇, 藤田矢郎: 長崎水試研報, **8**, 35-40 (1982).
- 10) 山岡 清: マイコンによる薬物体内動態解析法, 第1版, 南江堂, 東京, 1984, pp. 89-90.
- 11) 桑野雪延, 桑岡亦好, 長谷川義信: 長崎水試研報, **8**, 1-6 (1982).

\* 塩川 司: 第25回西海区水研ブロック漁海況予報会議における第8回シンポジウム報告書, 8-19 (1978).