

重回帰モデルによる東北近海域における カツオ漁獲量の予測手法の検討

二平 章・永沼 璋*

Preliminary report on forecasting of skipjack tuna catch off the north east coast
of Japan using the multiple regression analysis

Akira NIHIRA and Akira NAGANUMA*

Abstract

This report examines the relationships between amount of catch by the pole and line fishery and eight indices, mean fork length and condition factor of skipjack tuna in May, northernmost latitude of Kuroshio front during the Years 1971~1987 except 1984, catches of the past five years, with the multiple regression analysis for forecasting of skipjack tuna catch off the north east coast of Japan. The multiple regression equations of three indices, condition factor and the catch of two and four year before, were significant at 1% level and had the lowest value of AIC.

Keywords : forecasting, skipjack tuna, multiple regression analysis

目 的

熱帯から亜熱帯海域で育成したカツオは成長にともなって北方に回遊し、春には日本近海にまで来遊する。5月には黒潮前線南側漁場に出現し、その後6月から7月に黒潮前線を越えて混乱水域内に北上移動し、11月まで近海竿釣漁業の漁獲対象となる。西部太平洋のなかでも日本東北部近海

域はカツオ漁場として高い生産を示すことから、この海域における漁場形成機構の解明や漁獲量予測の手法開発が期待されている。東北海区におけるカツオ漁獲量の予測手法については、田中(1983)が南方海域における1才魚の漁獲量と日本近海の漁獲量との関係を、二平・小沼(1980)、二平(1984)が春季に黒潮前線の南側に来遊するカツオの平均体長と東北海域の来遊量指数や漁獲量との関係を、永沼(1985)が同様に平均肥満度との関係を、また二平(1984, 1985)が親子関係のモデルを報告している。しかし、これらの予測

*元、東北区水産研究所

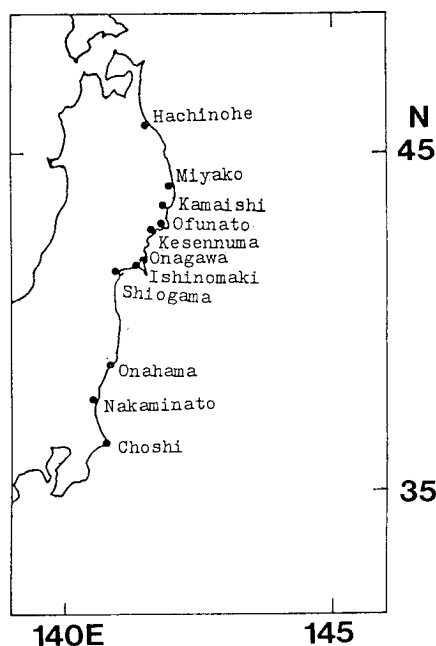


Fig. 1 Location of eleven fishing ports in north eastern area of Japan.

手法はすべて単一説明因子からの予測手法となっている。漁獲量変動は複数の因子によって影響を受けていると考えられることから、より複雑な予測モデルを開発する必要がある。そこで、ここでは、これまでに得られたいくつかの生態的知見をもとに、重回帰モデルによる日本東北部沿岸域におけるカツオの漁獲量予測手法の検討を行う。

資料および方法

カツオの生物データは1971～1987年の期間に茨城県那珂湊港において測定した5月の体長（尾叉体長）、肥満度値を使用した。東北部近海域では竿釣の他にまき網によるカツオの漁獲がなされるが、まき網によるカツオ漁獲量はクロマグロの豊凶に大きく影響される（永沼1990）。そこで、日

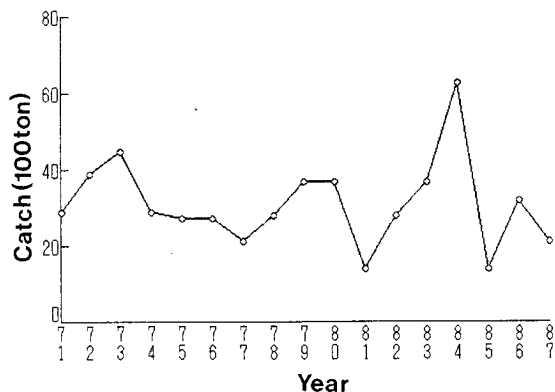


Fig. 2 Fluctuations of skipjack tuna catch off the north east coast of Japan. Catch is indicated at landings eleven fishing ports except by purse seine.

本東北部沿岸域の漁獲量値としては東北の主要11港（銚子・那珂湊・小名浜・塩竈・石巻・女川・気仙沼・大船渡・釜石・宮古・八戸）（Fig. 1）における生鮮カツオ水揚量をもとめ、その値から北部まき網水揚量を除いた値を用いた。1984年の漁獲量データは「特異年」として除いて解析した。

結 果

1 東北近海域におけるカツオ漁獲量の経年変動

東北の主要11港における生鮮カツオ水揚量から北部まき網水揚量を除いた値の経年変動をFig. 2に示した。1971年から1987年の17年間の漁獲量は14,000トンから63,000トンの間を変動している。17年間の平均漁獲量は31,000トンであるが、特に1984年の漁獲量がとびぬけて高くなっている。

2 来遊密度と成長量の相関関係

一般的に魚類においても個体群密度が高まると成長が抑制され、密度と成長速度との間には逆比

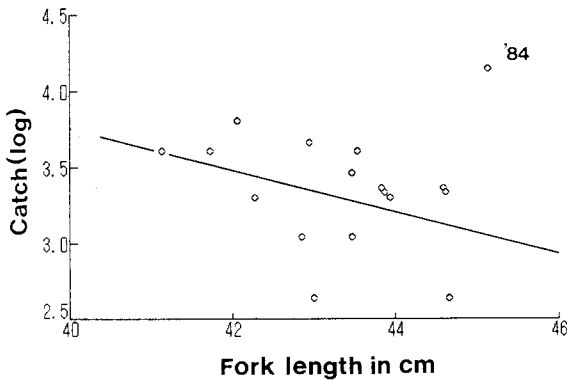


Fig. 3 Relationship between skipjack tuna catch and fork length in May.

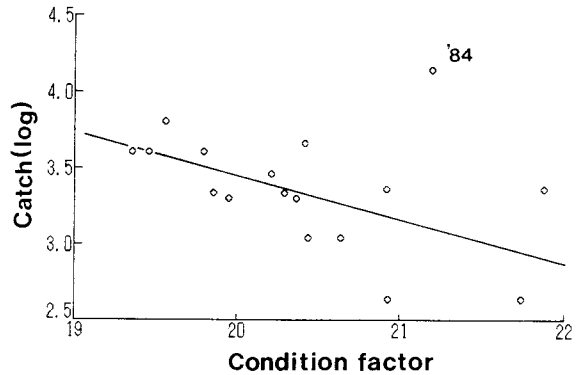


Fig. 4 Relationship between skipjack tuna catch and condition factor in May.

例関係が成立し、この関係は同一年齢群や閉鎖的な環境において顕著であるとされている(久保・吉原1969, 落合1970)。著者らは沖合域の開放的な環境を生活の場とするカツオにおいても、このような関係が成立するかどうかを日本東北部近海域に來遊する魚群を対象に検討し、年間漁獲量予測への応用を試みた。

1) 平均体長モード値と漁獲量の関係

1971年から1987年まで(1984年を除く)の16年間に茨城県那珂湊港で実施してきた生物測定結果から、黒潮前線南側漁場へ來遊する各年の5月の標本群ごとの体長モード値をとりだし、その平均値を求めた。この値(FL5)と年間漁獲量(Log C_t)との回帰分析を行い、以下の単回帰式を得た。相関係数は0.422となり、10%水準以下の有意性が認められた(Fig. 2)。

$$\text{Log}C_t = 9.188 - 0.136 * \text{FL}5 \quad (r=0.422) \\ (p < 0.10)$$

2) 平均肥満度と漁獲量の関係

同様にして各年の5月の肥満度平均値(CF5)

を求め、年間漁獲量(Log C_t)との回帰分析を行い、以下の単回帰式を得た。相関係数は0.650となり、1%水準での有意性が認められた(Fig. 3)。

$$\text{Log}C_t = 9.397 - 0.298 * \text{CF}5 \quad (r=0.650) \\ (p < 0.01)$$

3 黒潮前線の北限位置と漁獲量の関係

春季、北上來遊してくるカツオ漁場の推移は20℃の等温線の推移とよく一致することから、この等温線で示される水温上昇過程が、漁場の移動を促す原動力になっているとされる(笠原1977)。したがって、東北部近海域へのカツオの來遊は黒潮前線の北上位置と密接な関係をもつ可能性が高い。そこで、5月における黒潮前線の北限位置(K5)と年間漁獲量(Log c_t)との相関関係を検討し、単回帰式を求めた(Fig. 4)。相関係数は0.309となり、特に有意性は認められなかった。

$$\text{Log}C_t = -1.647 + 0.136 * K5 \quad (r=0.309)$$

4 過去の漁獲量との関係

二平(1984, 1985)は東北部近海域に來遊する

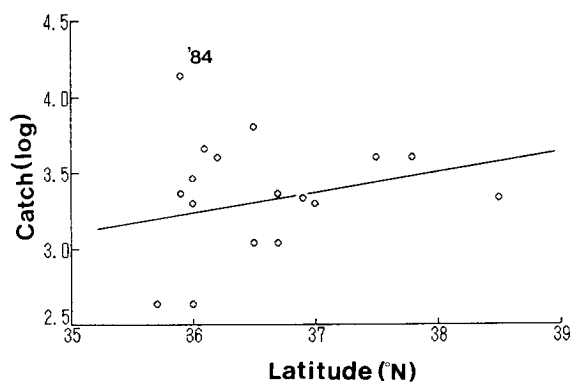


Fig. 5 Relationship between skipjack tuna catch and northernmost latitude of kuroshio front in May.

カツオの年齢構成が2歳魚を中心とした比較的単調な組成を示すことに着目して、漁獲量の周期解析を試み、漁獲量に3年の周期性が認められるとし、N年とN+3年に来遊するカツオの間には親子関係があるとの仮説を提出した。さらに、この

様な親子関係を成立させる生態的な機構について若干の考察を試みた(二平1991)。ここでは単純に過去5年間のそれぞれの漁獲量との関係を単回帰式として求めた。4年前の漁獲量との間にだけ5%水準で有意性が認められた。

$$\text{Log}C_t = 4.091 - 0.226 * \text{Log}C_{t-1} \quad (r=0.275)$$

$$\text{Log}C_t = 3.398 - 0.022 * \text{Log}C_{t-2} \quad (r=0.029)$$

$$\text{Log}C_t = 2.431 + 0.249 * \text{Log}C_{t-3} \quad (r=0.226)$$

$$\text{Log}C_t = 1.669 + 0.470 * \text{Log}C_{t-4} \quad (r=0.534)$$

($p < 0.05$)

$$\text{Log}C_t = 3.135 + 0.052 * \text{Log}C_{t-5} \quad (r=0.070)$$

5 重回帰式からの予測

平均体長、平均肥満度、黒潮前線の北限緯度、過去5年間の漁獲量の8つの変数を説明変数として重回帰分析を行った。単回帰分析および重回帰分析結果をTable 1, 2に示した。AIC(赤池情報量基準)値は説明変数を肥満度(CF5)と、

Table 1 Results of simple regression analysis

Regression equation	Correlation coefficient
$\text{Log}C_t = 9.188 - 0.136 * FL_5$	0.422
$\text{Log}C_t = 9.397 - 0.298 * CF_5$	0.650 **
$\text{Log}C_t = -1.647 + 0.136 * K_5$	0.309
$\text{Log}C_t = 4.091 - 0.226 * \text{Log}C_{t-1}$	0.275
$\text{Log}C_t = 3.398 - 0.022 * \text{Log}C_{t-2}$	0.029
$\text{Log}C_t = 2.431 + 0.249 * \text{Log}C_{t-3}$	0.226
$\text{Log}C_t = 1.669 + 0.470 * \text{Log}C_{t-4}$	0.534 *
$\text{Log}C_t = 3.135 + 0.052 * \text{Log}C_{t-5}$	0.070

*:significant at 5% level

** :significant at 1% level

カツオ漁獲量の予測手法の検討

Table 2 Results of multiple regression analysis

Criterion variable	Explanatory variable	Regression coefficient	Multiple correlation coefficient (R)	Coefficient of determination (R^2)	AIC	
Log C _t	Constant	8.792319	0.90	0.80	3.72	
	FL5	-0.029955				
	CF5	-0.395502				
	K5	0.025856				
	Log C _{t-1}	0.103724				
	Log C _{t-2}	0.288875				
	Log C _{t-3}	-0.028340				
	Log C _{t-4}	0.372862				
Log C _{t-5}	0.103074					
Log C _t	Constant	8.151073	0.90	0.77	-3.55	**
	CF5	-0.355719				
	Log C _{t-2}	0.243780				
	Log C _{t-4}	0.446606				
Log C _t	Constant	8.875570	0.83	0.69	4.94	*
	FL5	-0.003147				
	CF5	-0.300093				
	K5	-0.018497				
	Log C _{t-3}	-0.090262				
	Log C _{t-4}	0.481797				
Log C _t	Constant	9.529167	0.88	0.78	1.78	*
	FL5	-0.030469				
	CF5	-0.341831				
	K5	-0.004028				
	Log C _{t-2}	0.259040				
	Log C _{t-3}	-0.086317				
Log C _{t-4}	0.463714					
Log C _t	Constant	8.772321	0.88	0.77	0.20	**
	CF5	-0.361762				
	K5	-0.008480				
	Log C _{t-2}	0.242934				
	Log C _{t-3}	-0.079918				
	Log C _{t-4}	0.475343				

*:significant at 5% level

** :significant at 1% level

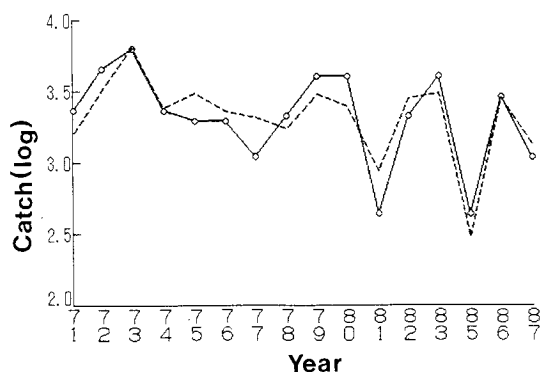


Fig. 6 Relationship between observed (solid line) and forecasted catches (dotted line).

2年前の漁獲量 ($\text{Log}c_{t-2}$) および4年前の漁獲量 ($\text{Log}c_{t-4}$) の3つにとったとき最小になった。モデル2では1%水準で、モデル3、モデル4、モデル5では5%水準で有意性が認められた。Fig. 5にはモデル2での予測値と実際の漁獲量の比較を示した。

考 察

単回帰モデルでは11港のカツオ漁獲量と5月の肥満度との間で1%、4年前の漁獲量との間で5%の有意水準で相関関係が認められた。肥満度との関係はこれまでも予測手法に用いているが、改めてその有効性が示されたと考えられる。しかし肥満度だけの単回帰式からの予測ではまだ推定誤差が大きいことから、今後は1%有意水準であったモデル2の重回帰式を予測に用いる方が良いと思われる。

今回の解析では1984年を特異年として除いた解析を行ったが、今後は1984年を組込んだモデルの開発を行う予定である。また、この期間における

解析では4年前の漁獲量との間に関係が認められたことから、再生産関係については再度十分な検討を加えたモデル開発が必要であろうと考える。

謝 辞

本研究を行うのにあたり、東北区水産研究所海洋部の村上真裕美博士からは黒潮北限位置の資料提供を受けた。記して心より感謝申し上げる。

文 献

- 笠原康平 (1977) 北太平洋におけるカツオの分布・回遊。北大水産, 北洋研業績集, 特別号, 38 3-396.
- 久保伊津男・吉原友吉 (1969) 水産資源学。共立出版 (東京), 482 pp.
- 永沼 璋 (1985) 東北海区におけるカツオの肥満度の変化と魚群の移動, 昭和60年度カツオ漁海況長期予報会議報告, 113-123.
- 永沼 璋 (1990) 東北海区のまぐろまき網漁業。木村記念会誌, 潮, 第2号, 木村記念事業会, 105-117.
- 二平 章 (1984a) 日本近海に來遊するカツオの年齢・成長および産卵生態に関する考察, 昭和59年度カツオ漁海況長期予報会議報告, 120-128.
- 二平 章 (1984b) 東北海域におけるカツオの來遊初期の魚体長モード平均値と年間漁獲量の相関関係を用いた漁獲量推定法について, 昭和58年度茨城水試事業報告, 92-97.
- 二平 章 (1985) 日本近海に來遊するカツオの資源生態学的研究VI, 漁獲量変動からみた親子関係の検討。日本水産学会東北支部会報, 35, 37-40.

カツオ漁獲量の予測手法の検討

二平 章 (1991) 日本近海へ来遊するカツオの再
生産関係に関する考察, 茨城水試研報, 29,
29-34.

二平 章・小沼伊佐男 (1980) 近年における東北
海区のカツオの来遊量変動と魚体長の変化,
昭和55年度日本水産学会秋季大会講演要旨集,
11.

落合 明 (1970) 成長, 魚類生理, 恒星社厚生閣,
205-232.

田中 有 (1983) 日本近海のカツオ漁況予報につ
いて, 日本水産学会東北支部会報, 33, 23-
24.