

佐渡島周辺海域における北上期スルメイカの 漁獲量変動に果たす海況変動の役割

河村智志¹⁾・平井光行²⁾

Evaluation of Hydrographic Conditions on the Fluctuation in Catches of Common Squid during Period of Northward Migration in the Waters around Sado Island in the Japan Sea

Satoshi KAWAMURA¹⁾ and Mitsuyuki HIRAI²⁾

Abstract

The effects of hydrographic conditions on the interannual fluctuation in catches of common squid during period of northward migration in the waters around Sado Island were studied, using multiple regression analysis of catches from 1980 through 1991. Catches fluctuate in relation to not only the stock level, but also hydrographic conditions such as warm and cold water regions appearing in the temperature distributions at 50m depth. The multiple regression equation of catches (Y) is as follows:

$$Y = -65.96 + 136.18X_1 - 10.16X_3 + 11.81X_4$$

Where, X_1 , X_3 , and X_4 show stock level, east/westward fluctuation of cold water regions (E/WFCR), and north/southward fluctuation of warm water regions (N/SFWR), respectively. The effects of N/SFWR and E/WFCR on fluctuation in catches are considered as a supplying mechanism of school and wall effects for local fishing ground formation.

Key words catch fluctuation, fishing ground, hydrographic condition, migration, squid

はじめに

新潟県佐渡島周辺海域および佐渡島北方に点在する瓢箪礁、向瀬などの天然礁付近は、夏季にスルメイカの好漁場が形成される。スルメイカ漁業は新潟県にとって漁獲量の面からも水揚げ金額の面からも重要な漁業である。しかし、その漁獲量は年による変動が大きいため、漁家経営の安定化を図るうえでその変動要因を解明し漁況予測手法を確立することが望まれている。

日本海沖合域における北上期のスルメイカ漁況予測について、笠原（1987）は、6月に実施

1992年12月8日受理, 日本海区水産研究所業績A第480号

1) 〒950 新潟市万代島2-4 新潟県水産試験場

(Niigata Prefectural Fisheries Experimental Station, Bandaijima, Niigata 950, Japan)

2) 〒951 新潟市水道町1丁目5939-22 日本海区水産研究所

(Japan Sea National Fisheries Research Institute, Suido-cho, Niigata 951, Japan)

される調査船による漁場一斉調査の結果に基づいて推定した魚群量指数(笠原1975), および秋生まれ群の主産卵場付近における稚仔出現量と翌年の沖合域スルメイカ漁獲量との関係(笠原1984)などを根拠とした予測手法を提案している. 海況要因を用いた漁獲量予測に関連して, 長沼(1977)は沖合域および沿岸域における漁況と海況との関係を検討し, 新潟県沿岸における夏季のスルメイカ漁獲量は冷水域の佐渡島からの離岸距離との相関が高いことを示している. さらに, このような相関関係は「冷水域の接岸程度が大きいほど障壁効果が大きくなりスルメイカの群を滞留させる」ために資源量水準に係わらず成立つと考えられている(長沼・山口1987). しかし, いずれの解析例も資源量に関わる指数あるいは海況要因の一方と漁獲量との相関関係を論議しているに過ぎず, 資源量に関わる指数と海況要因を加味した漁獲量変動についての解析例はない. とりわけ佐渡周辺海域におけるスルメイカの漁獲量予測に関する報告は少なく, 佐渡周辺海域におけるスルメイカ漁獲量の経年変動に対する海況変動の果す役割は, 未だ明らかにされていない.

日本海における北上期スルメイカ漁獲量の変動と海況要因とに関わるこれまでの研究は, 暖水あるいは対馬暖流の動向に対応して漁獲量変動が起きているという報告(たとえば, 町中1959; 新谷1967; SUGIMOTO and TAMEISHI 1992)と, 冷水域の離接岸に対応して漁獲量変動が起きているという報告(たとえば, 永田1957; 長沼1977; 長沼・山口1987)に大別できる. これらの研究結果は, 水塊配置の変化が漁獲量変動に影響を及ぼすという点では一致した結果であるといえる. しかしながら, ひと口に同じ海況要因と言っても暖水域の北上と冷水域の離接岸が, スルメイカの漁獲量変動に果たす役割には異なる側面があると考えべきであろう.

本報告では, 佐渡島周辺海域におけるスルメイカの漁況予測手法の開発を念頭に, 北上期漁獲量の経年変動に果たす海況変動要因の役割を評価することを目的とした. 主として用いた解析手法は, 資源量指数および海況要因としての暖水域と冷水域の両者の分布状況を説明変数とする重回帰解析である.

報告に先立ち, 日本海区水産研究所 小川嘉彦海洋環境部長をはじめ海洋環境部諸兄には日ごろの討論を通じて有益な助言を頂いた. 記して深謝する. なお, 本報告は第1著者が平成4年度農林水産省依頼派遣研修時に日本海区水産研究所において実施した共同研究の結果の一部をとりまとめたものである.

資料と方法

1 スルメイカ漁獲量の資料とその取り扱い

研究対象とした佐渡島周辺海域と主な漁場の分布を Fig. 1 に示す. 本研究で使用した両津港に水揚げされる生イカはすべて一本釣り漁業によって漁獲されたスルメイカであり, その水揚量は新潟県全体のスルメイカの水揚量の30~40%程度で, 両津港に水揚げする漁船は佐渡島周辺漁場を利用する地元小型船が多いことから, 佐渡島周辺海域におけるスルメイカ漁獲量を代表していると考えられる. そこで佐渡島周辺海域におけるスルメイカ漁獲量として, 1980年~1991年の両津港月別生イカ水揚量(新潟県水産試験場調べ)を用いて, その季節変化を検討した. 次に, 両津港における12年間のスルメイカ平均水揚量の季節変化の特徴から想定される北上期の漁獲量の経年変化の特徴を, 当該年の6月上旬における日本海スルメイカの資源量指数の変化と対比しながら解析した. 本研究で用いた資源量指数は, 日本海スルメイカ長期予報で用いられている密度指数(1980~1990年の日本海スルメイカ長期予報に関する資料-I)である. この密度指数は, 42°N以南の我が国200海里水域における6月上旬のスルメイカ漁場一斉調査により得られた, 調査船によるCPUE(釣機1台1時間当たりの漁獲尾数)等量分布曲線

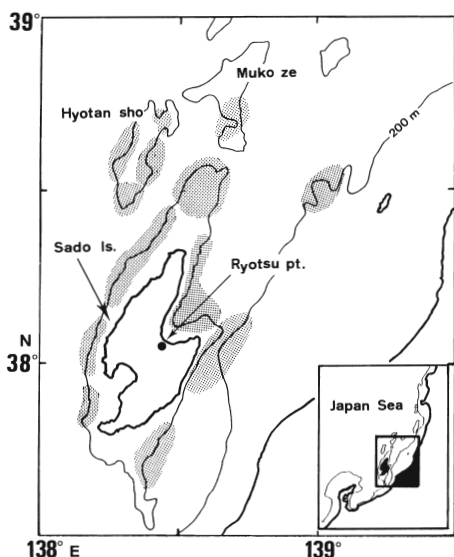


Fig. 1. Study area. Shaded areas show major fishing grounds for common squid after UENO (1977).

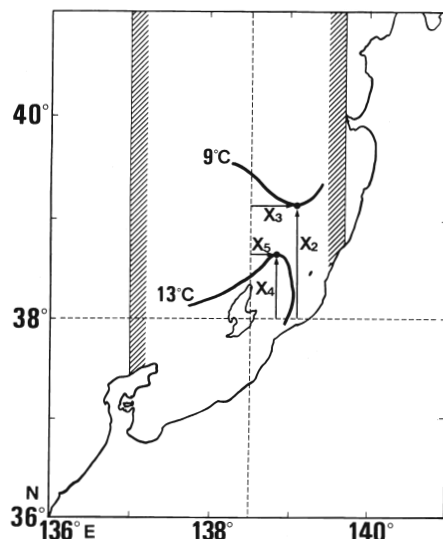


Fig. 2. Schematic representation of method to retrieve distribution of warm and cold water regions from temperature distribution at 50m depth of early June. X_2/X_3 and X_4/X_5 denote meridional/zonal distances from $38^\circ\text{N}/138^\circ30'\text{E}$ to southernmost point of cold water and northernmost point of warm water regions.

図から、CPUEの階級ごとに分布面積の重み付けをして求めた単位面積当たりの平均CPUEであり、資源量水準の高低を表す相対指数である。1991年には密度指数は算出されていないため、密度指数と全調査点におけるCPUEの単純平均値との相関関係 ($r=0.85$; 1991年の日本海スルメイカ長期予報に関する資料-I) から密度指数を推定し、この密度指数を1991年の資源量指数とした。

2 海況の資料とその取り扱い

漁獲量変動に関わる海況要因として、日本海漁場海況速報(日本海区水産研究所発行)の6月上旬の50m深水温分布図から暖・冷水域の分布状況を検討した。日本海中央部で魚群探知機を用いてスルメイカ魚群の遊泳層を検討した結果(川口・名角1977)によれば、釣獲される深度はおおむね0~60mであったことから、魚群にとって暖・冷水域の分布状況を評価するためには50m深水温分布図が適当であると考えたためである。1953~1980年の50m深平均水温分布図(長沼・市橋1980)をみると、佐渡島周辺海域は能登半島から北東方向に広がる暖水域と日本海北部から南に広がる冷水域の中間域で、広く 11°C 台になっている。佐渡島周辺海域ではこれらの暖・冷水域はそれぞれ $12\sim 14^\circ\text{C}$ 、 $11\sim 8^\circ\text{C}$ の等温線でその分布パターンの特徴がよく現れている。実際、外佐渡海域における1965~1990年の6月の50m深水温をみると、平均値は 11.28°C 、標準偏差は 1.53°C となっている(新潟県水産試験場調べ)ことから、佐渡島周辺海域では暖・冷水域の南北移動によって平均値から約 2°C の高低が起きていると考えられる。そこで、平均値から約 2°C の高低で暖・冷水域の配置を表現できると判断し、暖水域と冷水域の先端の指標として、50m深で 13°C と 9°C 等温線を用いた。さらに、これらの海況要因を以下に述べる $X_2\sim X_5$ のように数量化し、先に述べた資源量指数(X_1)と併せて説明変数とし、

1980～1991年の北上期スルメイカ漁獲量（ Y ）を目的変数として重回帰解析を行った。1984年は他の年と比べて極端に水温が低く、他の年と同一基準で海況要因を数量化できなかったために重回帰解析の対象期間からは除外した。

説明変数として用いた海況要因のうち、6月上旬の50m 深水温水平分布図から、137°E 以東の日本海側沿岸における9℃等温線の南限位置を、孤立冷水域を含む冷水域の接岸状況の指標として読みとった (Fig. 2)。解析では、佐渡島を通過する38°N線から北向きに求めた距離を変数 X_2 、138°30'E線から東向きに求めた距離を変数 X_3 とした。また、冷水域と同様に6月上旬の50m 深水温水平分布図を用いて、137°E 以東男鹿半島入道崎以西の海域における13℃等温線の北限位置を、孤立暖水域を含む暖水域北上状況の指標として読みとった (Fig. 2)。解析では、38°N線から北向きに求めた距離を X_4 、138°30'E線から東向きに求めた距離を X_5 とした。

結果と考察

1 スルメイカの漁獲量変動と海況パターン

佐渡島周辺海域におけるスルメイカ漁獲量の季節変化の実態をみるために、佐渡島両津港における1980年～1991年の月別平均生イカ水揚量を Fig. 3 に示す。佐渡島周辺海域におけるスルメイカ漁の盛漁期は5月から始まり、水揚量は6月に最も多く、7月、5月がこれに続いている。終漁期は明確ではないが、地元船は兼業船が多く9月以降は他の漁業種類に転換して、イカ釣り操業を続ける漁船が減少することともあいまって、水揚量も低下している。このような水揚量の季節変化の特徴は、1956～1969年の水揚量の解析結果（植野1977）にも現れており、佐渡島周辺海域におけるスルメイカの操業実態に大きな変化はなかったと考えられる。このように、佐渡島周辺海域では魚群が北上する5～8月の水揚量が年間水揚げ量の大半を占めていることがわかる。

次に、佐渡島周辺海域における1980年以降の12ヶ年のスルメイカ北上期漁獲量の経年変動をみると、1981年の2912 t をピークに漁獲量は減少し1986年には最低の724 t まで落ち込んだが、1987年以降は増加傾向を示し1990年以降は2000 t 前後で継続している (Fig. 4)。解析期間の変動傾向は、1980年代前半の減少期、中盤の低迷期、後半から1990年代にかけての増加期の3つ

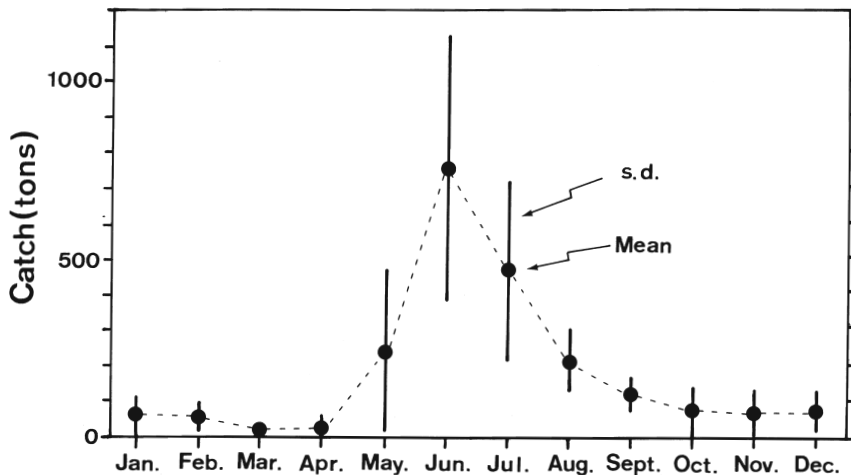


Fig. 3. Seasonal fluctuation in monthly landings of raw common squid at Ryotsu Port of Sado Island. Closed circles and vertical bars indicate means and standard deviations based on data from 1980 through 1991.

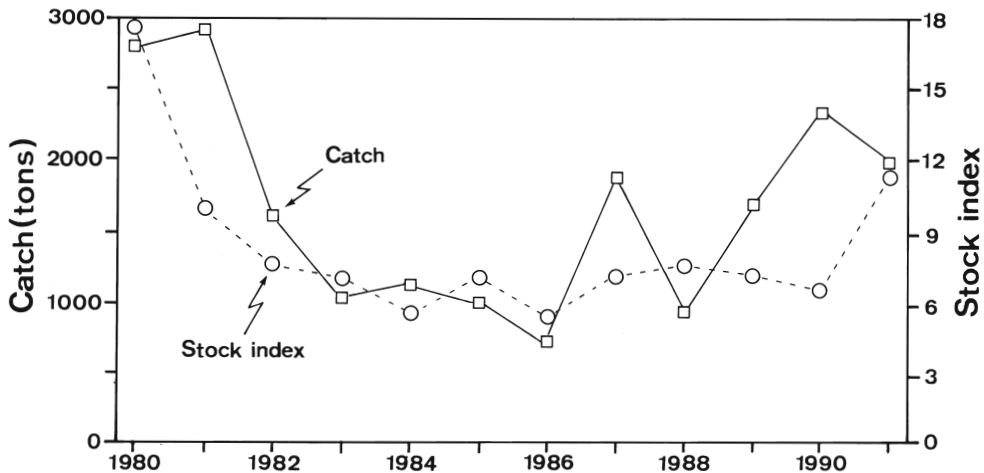


Fig. 4. Interannual fluctuation in catches of common squid during period of northward migration (from May through August) in waters around Sado Island and stock index of common squid in the Japan Sea based on cooperative angling survey of early June.

の時期にわけることができる。このような変動傾向は資源量指数の経年変動にも認められ、実際、北上期漁獲量と資源量指数との間には有意な相関関係が認められる ($r=0.66$, $\alpha=0.05$)。しかし、毎年の漁獲量は資源量指数と同じように変動しているわけではなく、資源量指数が同じ水準でも漁獲量が多い年と少ない年が歴然としている。このように、両者の経年変動の特徴から判断すると、当該海域における漁獲量変動は資源量指数だけでは説明できず、魚群の来遊しやすさ、漁場の形成されやすさなどの海況要因が関連して起きていることが示唆される。

そこで、解析期間中における資源量指数 (Fig. 4) と6月上旬の50m深水温分布図 (Fig. 5) とを対比しながら、暖・冷水域の分布パターンと北上期漁獲量の年による差異の検討を行った。

解析期間のうち、資源量指数が6.0~9.0の中位に当る年 (1982, 1983, 1985年および1987~1990年) でも年による漁獲量の差は大きい。資源量指数に対して比較的漁獲量の多い1982, 1987, 1989および1990年には、例外なく13°C等温線で指標される暖水域は佐渡島より北側に及んでいる。逆に、漁獲量の少ない年には、1983年を除いて、1985年や1988年には暖水域は能登半島付近で留まっている。同じ資源量指数を示す年には、暖水域が能登半島から北東に伸び佐渡島周辺海域に及んでいる年ほど佐渡島周辺での漁獲量が多い傾向にあるといえる。他方、冷水域の接岸状況からみると、漁獲量の多い1982, 1989, 1990年には北方からの冷水域が舌状あるいは孤立した状態で佐渡島に接岸している場合と1987年のように顕著な冷水域の接岸が認められない場合がある。逆に、漁獲量の少ない1983, 1988年には冷水域の接岸はみられないが、1985年には顕著な冷水域の接岸が認められるにもかかわらず漁獲量は少ない。同じ資源量指数を示す年には、佐渡島付近に冷水域が接岸している年ほど漁獲量が多いという傾向が認められるが、暖水域の場合ほど顕著ではない。

このように、若干の例外はあるものの佐渡島周辺海域における北上期のスルメイカ漁獲量の経年変動を考える場合には、海況要因として扱った暖水域の動向と冷水域の動向とでは、暖水域が能登半島から佐渡島周辺に波及しているか否かという要因の方が、佐渡島付近に冷水域が接岸しているか否かよりも重要であることがわかる。

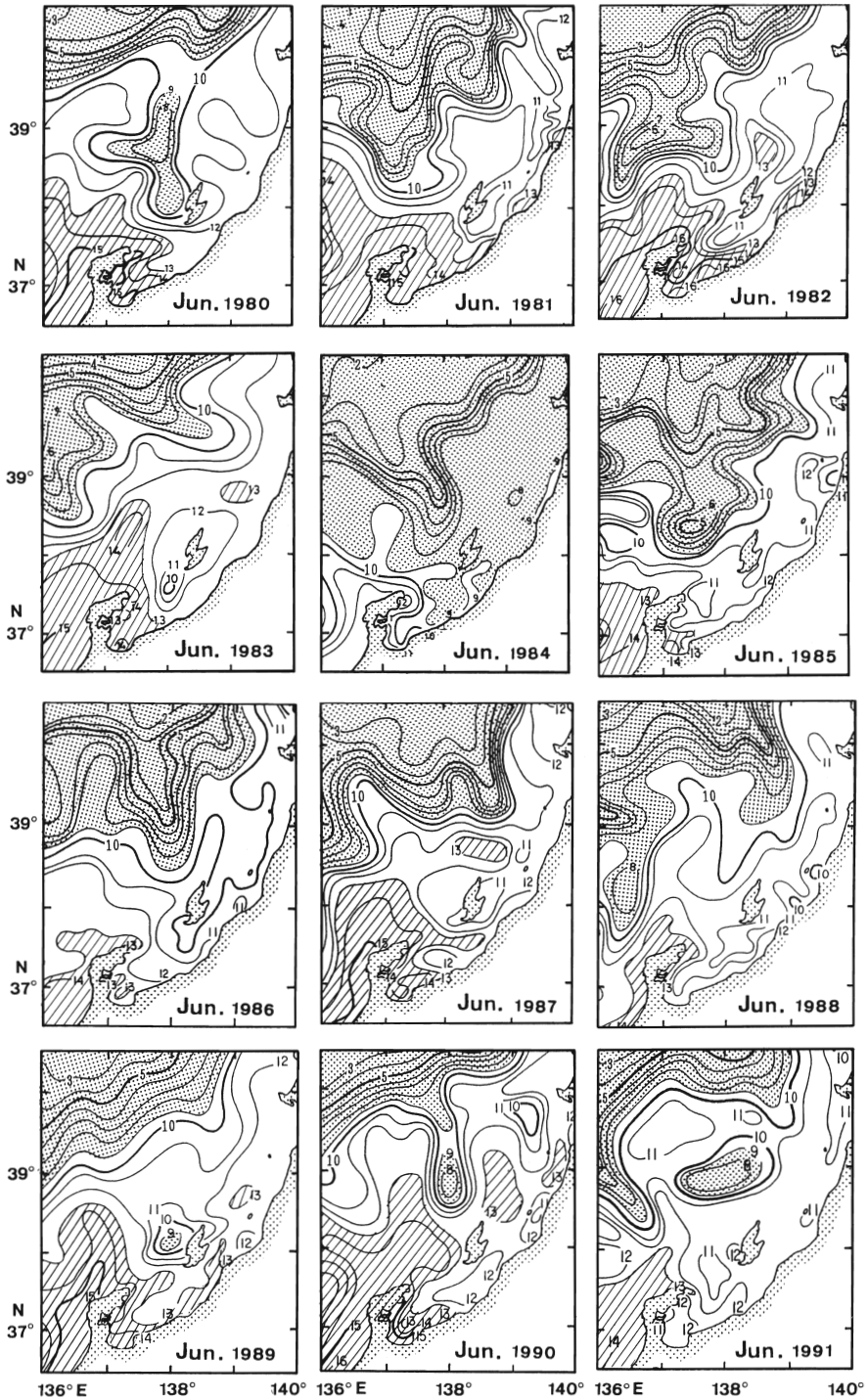


Fig. 5. Temperature distributions at 50m depth of early June. Dotted and hatched regions indicate cold ($\leq 9^\circ\text{C}$) and warm ($\geq 13^\circ\text{C}$) water regions, respectively. Hydrographic charts were transcribed from "Monthly hydrographic charts for fishing grounds in the Japan Sea".

2 北上期漁獲量の重回帰解析

北上期漁獲量の重回帰解析を行う前に、目的変数である北上期漁獲量 (Y) と説明変数である資源量指数 (X_1), 暖・冷水域の指標値 ($X_2 \sim X_5$) との間の相関関係および説明変数相互間の相関関係を検討するために、相関マトリクスを Table 1 に示す。北上期漁獲量 (Y) と最も相関が高かったのは資源量指数 (X_1) で、その相関係数については既に述べたとおりである ($r = 0.66$, $\alpha = 0.05$)。その他の海況要因 ($X_2 \sim X_5$) と Y との間の相関関係については、暖水域の北限位置 (X_4) が $r = 0.52$ で他の因子よりやや相関係数が高かった程度で、いずれの因子とも Y との間に有意な相関は認められなかった。長沼 (1977) は 1953 年～1966 年の 6 月の佐渡冷水域の離岸距離と新潟県の夏イカ漁獲量の間有意な相関関係があることを示しているが、今回解析した海況要因では有意な相関関係は認められなかった。この結果の差異は、解析期間の違いによる資源量変動の影響などに起因していると考えられる。

説明変数相互間では、冷水域の指標値である X_2 と X_3 ($r = 0.66$, $\alpha = 0.05$) および暖水域の指標値である X_4 と X_5 ($r = 0.84$, $\alpha = 0.01$) の間に有意な相関関係が認められた。冷水域南限の東西方向の変動はすべて $138^{\circ}30'E$ 以西においてであり、南北方向の変動との間に正の相関がみられることから、間接的に冷水南下の要素を含んでいる。このため、冷水域の南限が西(東)に位置するほど冷水域は接(離)岸しているといえる。また、暖水域の北限の東西方向の変動と南北方向の変動には正の相関が認められ、暖水域は東寄りに位置している時ほど北偏し、逆に西寄りに位置する時には南偏する傾向を読み取ることができる。

次に、重回帰解析に用いる説明変数の選択を検討する。まず、 $X_1 \sim X_5$ の 5 つの説明変数のなかで Y と最も相関係数が高かった X_1 を選択する。冷水域の指標値 X_2 , X_3 および暖水域の指標

Table 1. Correlation coefficients between variables used in multiple regression analysis of catches for common squid during period of northward migration. See Fig. 2 in detail of hydrographic factors $X_2 \sim X_5$.

	Stock (X_1)	X_2	X_3	X_4	X_5
Catch (Y)	0.66*	-0.34	-0.36	0.52	0.35
Stock (X_1)		-0.40	-0.19	-0.05	-0.24
X_2			0.66*	0.34	0.17
X_3				0.21	-0.08
X_4					0.84**

* $\alpha = 0.05$ ** $\alpha = 0.01$

Table 2. Matrix of constants, partial regression coefficients, and multiple correlation coefficients as the result of multiple regression analysis of catches for common squid during period of northward migration. See Fig. 2 in detail of hydrographic factors $X_2 \sim X_5$.

Variables Coefficient	a_0	Stock (X_1) a_1	X_2 a_2	X_3 a_3	X_4 a_4	X_5 a_5	r
	655.90	121.90*	-8.93		12.50**		0.91
	609.86	161.83*	-3.65			7.01*	0.86
	-65.96	136.18**		-10.16*	11.81**		0.93
	300.67	165.15**		-4.74		6.58*	0.86

* $\alpha = 0.05$ ** $\alpha = 0.01$

値 X_4 , X_5 はそれぞれの相互間で相関関係が認められるため、説明変数として用いる場合にはいずれか一方を選択する必要がある。このような方法で5つの変数から3つの変数を選択する組み合わせは4通りである。

これら4つの組合せについて重回帰解析を行った結果 (Table 2) をみると、 X_1 に加えて冷水域の指標値としての東西方向の距離 (X_3)、暖水域の指標値としての南北方向の距離 (X_4) を選択した組み合わせにおいて最も重相関係数が高い ($r=0.93$)。この時の重回帰式は次式のようになる。

$$Y = -65.96 + 136.18X_1 - 10.16X_3 + 11.81X_4 \quad (1)$$

ここで得られた重回帰式からの推定値と実際の漁獲量との標準誤差は334 tと小さく、推定値は実際の漁獲量変動をよく表しているといえよう。また、(1)式で示される Y と X_1 , X_3 , X_4 との重相関関係は、佐渡島周辺海域における北上期スルメイカ漁獲量の経年変動について、資源量指数の増減に暖・冷水域の分布状況を表す海況要因を加えることによって、より詳細に説明できることを示している。さらに、海況要因については冷水域が西寄り(南寄り)、即ち佐渡島に接岸して分布している年ほど、また暖水域が北寄りに分布している年ほど漁獲量が多いことを示している。今回、解析に用いた資源量指数のうち1991年は同一手法で算出されていないが、1991年を除いた10ヶ年の資料で重回帰解析を行った場合でも1991年を含めた場合とほぼ同様の結果が得られている (重相関係数 $r=0.93$)。この結果は、長沼(1977)や長沼・山口(1987)の結果と矛盾しないばかりではなく、資源量指数と海況要因を加味した解析結果として、実際の漁海況予測に用いることが可能であろう。しかし、今回の解析に用いた資源量指数は42°N以南の我が国200海里水域における北上期スルメイカの資源量水準の高低を表す相対指数であるため、今後予測の精度を向上させるためには佐渡島周辺海域への来遊資源量を正確に評価できる資源量指数の検討が必要である。

3 北上期漁獲量の経年変動に果たす海況要因の役割

重回帰解析の結果から、佐渡島周辺海域における北上期スルメイカ漁獲量の経年変動は、日本海全域の6月上旬におけるスルメイカの資源量指数の変動と相関して起きているが、資源量指数の変動に6月上旬の暖・冷水域の分布状況の特徴を加えることによってよく説明できることが明らかになった (Table 2)。

ここでは、スルメイカの北上期漁獲量の経年変動に果たす海況要因の役割について検討を加える。

解析年数が短いために厳密な論議はできないが、北上期漁獲量 (Y) との単純な相関係数の比較では暖水域の南北変動を表す X_4 が最も大きかった (Table 1) ことは、暖・冷水域の分布パターンと北上期漁獲量の年による差異の検討結果から得られた暖水域の動向の重要性 (Fig. 5) と一致する。実際、資源量指数が9.0以上の高位に当る年 (1980, 1981年及び1991年) においても、1980年や1991年には冷水域の接岸が認められるにもかかわらず暖水域の北上が能登半島付近で留まっているために資源量指数の割には漁獲量が少なく、佐渡島を越えて山形県沿岸域まで暖水域の北上が認められる1981年には漁獲量が多い (Fig. 5)。ただ、資源量指数が6.0以下の低位に当る年 (1984, 1986年) については、1984年がほぼ対象海域全域で9°C以下となっている低温年であるため、単純な比較はできなかった。

次に、北上期スルメイカ魚群の移動が、能登半島のやや北よりから佐渡島周辺海域に北東に広がる暖水域の挙動と関連して起きているか否かを標識放流結果から検討する。町中 (1959) および境谷 (1977) は、能登半島沿岸域で6～8月に標識放流されたスルメイカの再捕記録の

結果から、能登半島のごく沿岸寄りで放流された場合には富山湾で再捕されることが多く、能登半島のやや沖寄りの舳倉島付近で放流された場合には佐渡島周辺で再捕される場合が多いことを示している。外套長組成の解析結果からは起源や補給経路の異なる2群が夏季の佐渡島周辺海域に存在するという報告もあるが(笠原1967)、標識放流結果から判断すると夏季に佐渡島周辺海域で漁獲されるスルメイカの多くは能登半島のやや沖寄りから北上してくると考えられる。

これまでに得られた、「暖水域が能登半島から北上して佐渡島周辺海域へ及んでいる年には佐渡島周辺海域での漁獲量が高いという相関関係」と、標識放流の再捕結果から想定される「佐渡島周辺海域で漁獲される魚群は能登半島北沖から北上するというスルメイカの移動傾向」とを総合すると、暖水域の佐渡島周辺海域への北上動向はスルメイカ魚群の「来遊しやすさ」に関わる海況要因、換言すれば「補給機構」に関わる海況条件と考えることができよう。このようにスルメイカ魚群の北上補給が海況条件と密接に関連している事例は本邦北部太平洋沿岸域でも認められている(小川・佐々木1988)。今回の解析では、水温データのみを用いて海況要因の検討を行ったため、13℃で指標される暖水域の北上という要因が対馬暖流によって輸送される熱エネルギーや流路の変動とどのように関わっているのか、あるいは天候変化に起因する昇温の遅速とどのように関わっているのかについては論議することができなかった。これらの点は今後、早急に解決すべき重要な課題である。一方、冷水域の接岸状況は、長沼・山口(1987)も論議しているように、スルメイカ魚群の移動を滞留させる障壁効果、換言すれば「局所的漁場形成条件」に関わる海況要因と考えられる。佐渡島周辺海域における北上期スルメイカについても、佐渡冷水域が冷水障壁(川合1975)をかたちづくっているのであろう。即ち、佐渡島周辺海域におけるスルメイカ北上期の漁獲量の経年変動に果たす海況要因の役割について、能登半島から佐渡島周辺海域に及ぶ暖水域の北上は「魚群の補給機構に関わる海況要因」であり、佐渡島付近への冷水域の接岸は魚群を滞留させる「障壁効果に関わる海況要因」であると解釈できる。

要 約

日本海の佐渡島周辺海域におけるスルメイカ北上期の漁獲量の経年変動に果たす海況要因の役割を明らかにするために、1980～1991年の日本海スルメイカの資源量指数と50m深における暖・冷水域の分布状況を説明変数とした重回帰解析を行い以下の結果を得た。

(1) 北上期漁獲量の経年変動は、資源量指数単独の場合より海況変動要因を加えた方がよく説明され、漁獲量変動に果たす暖水域の動向と冷水域の接岸状況の重要性が確認された。

(2) 北上期漁獲量変動(Y)は、資源量指数変動(X_1)、冷水域の東西方向の変動(X_3)、暖水域の南北方向の変動(X_4)に対して最も重相関関係が高く($r=0.93$)、次式のような重回帰式が得られた。

$$Y = -36.96 + 136.18X_1 - 10.16X_3 + 11.81X_4 \quad (3)$$

回帰式に用いた2つの海況要因のうち、能登半島から佐渡島周辺海域に及ぶ暖水域の北上は、スルメイカ魚群の補給機構、佐渡島付近への冷水域の接岸は魚群を滞留させる障壁効果に関わる海況要因であると評価することができる。

文 献

新谷久男(1967)スルメイカの資源。水産研究叢書,(16), 1-60, 日本水産資源保護協会。

- 笠原昭吾 (1967) 日本海におけるスルメイカ群の移動に関する研究 I 1965年夏季に佐渡近海へ来遊した群の性状とその移動. 日水研報告, (17), 99-110.
- 笠原昭吾 (1975) 日本海沖合域のスルメイカ釣漁業の開発と漁海況予報の現状. 世界のイカ・タコ資源の開発とその利用, 101-111, 海洋水産資源開発センター.
- 笠原昭吾 (1984) 日本海スルメイカの漁況予測に関する 2, 3 の情報. 昭和59年日本海スルメイカの長期予測に関する資料— I, 28-30; — II, 44-46, 日水研.
- 笠原昭吾 (1987) 日本海スルメイカの資源評価と漁況予測. 日本海ブロック試験研究集録, (9), 29-42.
- 川合英夫 (1975) 海洋環境の特性. 海洋生物資源環境, 平野敏行編, 海洋学講座15, 東京大学出版会, 東京, 11-20.
- 川口哲夫・名角辰郎 (1977) 魚群探知機による調査— I 日本海中央海域におけるスルメイカの魚群探知機映像について. 日本海スルメイカ共同調査報告集, 263-271, 日水研.
- 町中 茂 (1959) 日本海におけるスルメイカ標識放流結果について. 日水研報告, (6), 57-66.
- 町中 茂 (1977) 能登半島周辺海域におけるスルメイカの北上期の漁況と海況について. 日本海スルメイカ共同調査報告集, 149-155, 日水研.
- 長沼光亮 (1977) 日本海におけるスルメイカの漁況予測に関する検討 II 本土沿岸漁場の漁況と海況. 日本海スルメイカ共同調査報告集, 119-133, 日水研.
- 長沼光亮・市橋正子 (1985) 日本海における水温の平均像 —1953~1980年の平均水温とその標準偏差—. 日本海ブロック試験研究集録, (5), 1-100.
- 長沼光亮・山口好一 (1987) 日本海スルメイカの漁況予測 —主として海洋学的見地から—. 日本海ブロック試験研究集録, (9), 43-52.
- 永田俊一 (1957) 山陰東部沿岸におけるスルメイカ漁況と海況について. 日水研報告, (6), 301-314.
- 小川嘉彦・佐々木知子 (1988) 本邦北部太平洋沿岸スルメイカ漁況の変動様式. 東北水研報告, (50), 1-24.
- 境谷武二 (1977) 1967~1970年能登半島周辺海域におけるスルメイカの標識放流結果. 日本海スルメイカ共同調査報告集, 227-233, 日水研.
- SUGIMOTO, T. and TAMEISHI, H. (1992) Warm-core rings, streamers and their role on the fishing ground formation around Japan. *Deep-Sea Res.*, **39** (Suppl. 1), S183-S201.
- 植野敏之 (1977) 新潟県におけるスルメイカ漁況. 日本海スルメイカ共同調査報告集, 73-76, 日水研.