

スルメイカ主産卵場付近における環境の長期変動について

長 沼 光 亮 (日本海区水産研究所)
 笠 原 昭 吾 (日本海区水産研究所)
 北 島 忠 弘 (西海区水産研究所)

I はしがき

日本周辺における1955年以降のスルメイカ漁獲量は、図1にみられるように、1970年代に入って減少の一途を辿っており、とくに、全域の漁獲量の大半を占めていた北部太平洋漁場（北海道東北区・南区、および太平洋北区）では、それが著しく、1970年代後半には皆無に近い状態にまで減少している。ところが1980年になって突然6万3千トンの

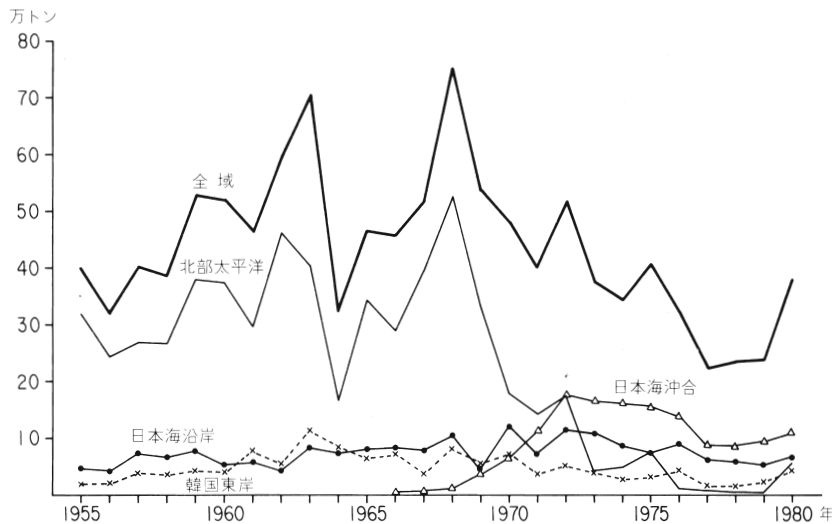


図1 日本周辺におけるスルメイカ漁獲量

の近年にない好漁がみられ、当時はスルメイカ資源回復の兆しかと大いに期待された。しかし、それ以降の1981・1982年には再び皆無に近い漁模様で経過している。

この突然ともいえる1980年の北部太平洋漁場での

近年にない好漁の出現を契機として、その原因究明を目ざし、スルメイカの生き残り等に深い係わりがあると考えられる、主産卵場付近（東シナ海の大陸棚域といわれている）の環境諸要素を経年的に調べることにした。さらに、それらを総合的にシステムとしてとらえ、それを特徴づける要素および要素間の因果関係などを検討しながら、日本周辺各漁場のスルメイカ漁獲量との関係について考察を行った。

II 資 料

環境要素としては、東シナ海の冬季（1～2月）における産卵場の面積・底層水温・底層塩分、および食害等の観点からタチウオ漁獲量を取りあげた。すなわち、底層水温・底層塩分は、長崎海洋气象台、長崎・福岡両県水産試験場、韓国水産振興院（1964年以降）などによる1955～1981年の海洋観測資料を用い、産卵場の面積は、同資料によって画いた底層の水温と塩分の分布図から求めた。また、食害等の要素として取りあげたタチウオ漁獲量は、大滝（1979）と西海区水産研究所（未発表）の資料によっている。

さらに、環境諸要素との関係を調べるのに用いた、日本周辺の各漁場のスルメイカ漁獲量は、農林省海面漁業漁獲統計、日本海いか釣り漁業漁場別統計、全漁連いか漁獲資料、北海道区水産研究所会議資料、各府県漁況資料などから求めたものである。

III 結果と考察

1. 産卵場の面積・水温・塩分

北部太平洋漁場で漁獲対象になるスルメイカの主産卵場は、笠原（1982）によれば、図2にみられるように、東シナ海の25°N以北・124°E以東付近であり、産卵は、水産庁調査研究部（1972）によると、冬季に水深200m以浅の岩礁地帯で、水温10～20℃、塩素量19.00%（塩分34.325%）以上のところで行われると推定されている。

したがって、主産卵場の面積・水温・塩分は、東シナ海の大陸棚上における冬季（1～2月）の底層水温と底層塩分の分布図を作成して求めることにした。それら東シナ海の1955～1981年各年における底層の水温・塩分分布は、図3～8にまとめて示した。

底層の水温・塩分分布図から共通して看取される特徴は、中国大陸方面から南東方向

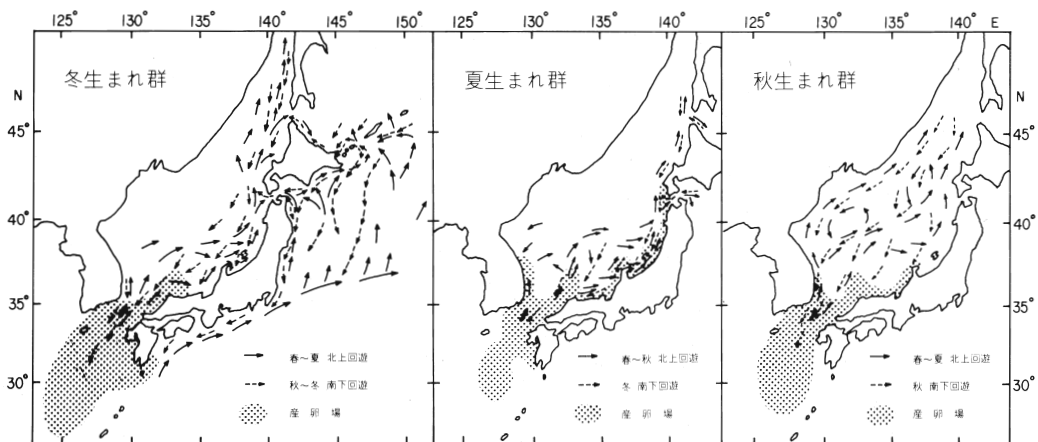


図2 スルメイカの系群別分布・回遊・産卵場模式図(新谷, 1975; 笠原, 1980改変引用)

に低温・低塩分域が舌状に張り出し、その南あるいは東側に存在する高温・高塩分域との間に顕著な不連続帯、すなわち潮境が形成されていることである。その潮境の南あるいは東部の高温・高塩分域の大陸棚上の水域は、図2のスルメイカ主産卵場とほぼ対応

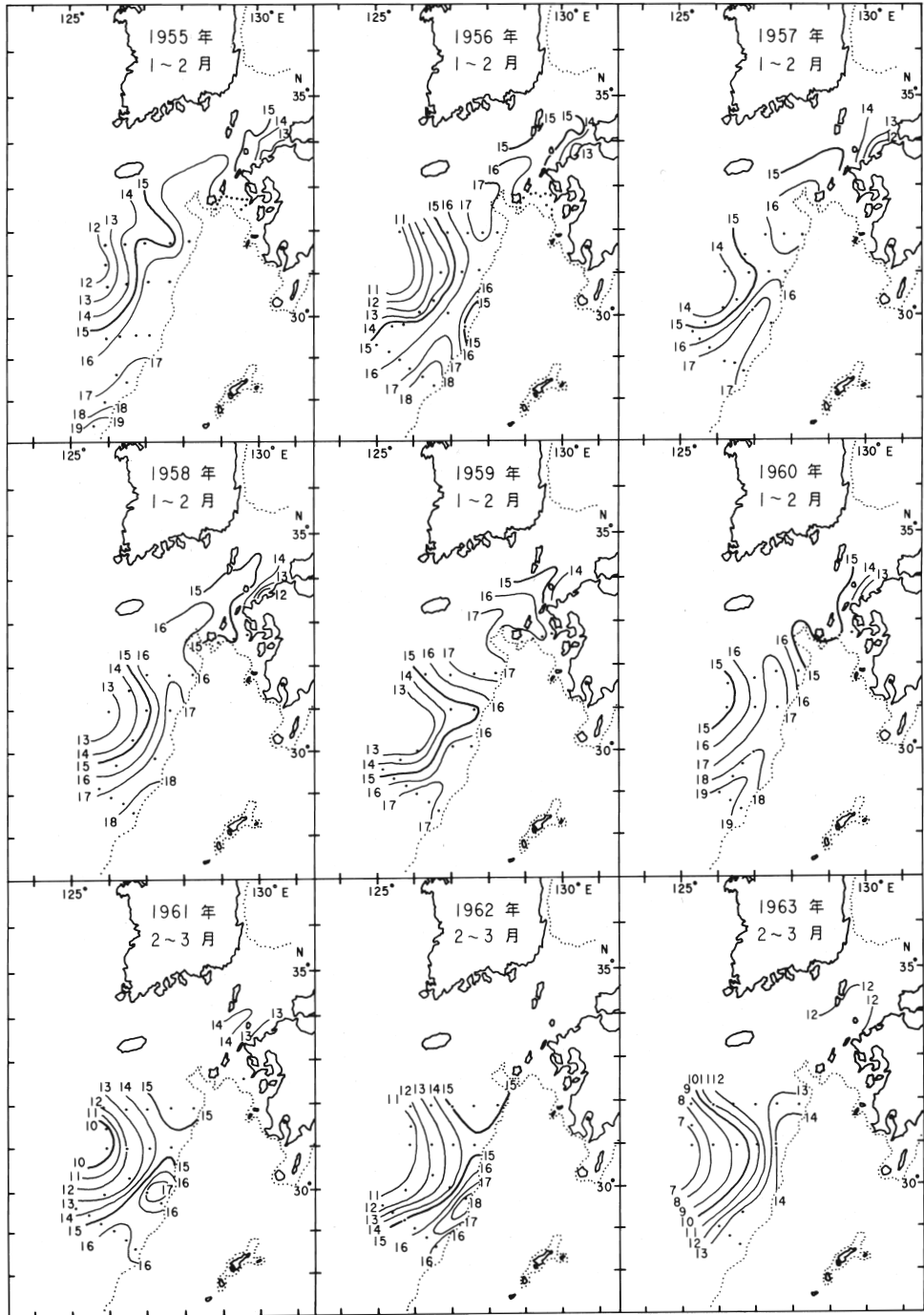


図3 東シナ海の冬季における底層水温分布(°C), 1955—1963年

している。

このようなことから、検討に用いた1955~1981年各年の産卵場の面積は、便宜的に図9の実線で区画した32°N以南・125°E以東の大陸棚域における34.5‰(潮境を指標

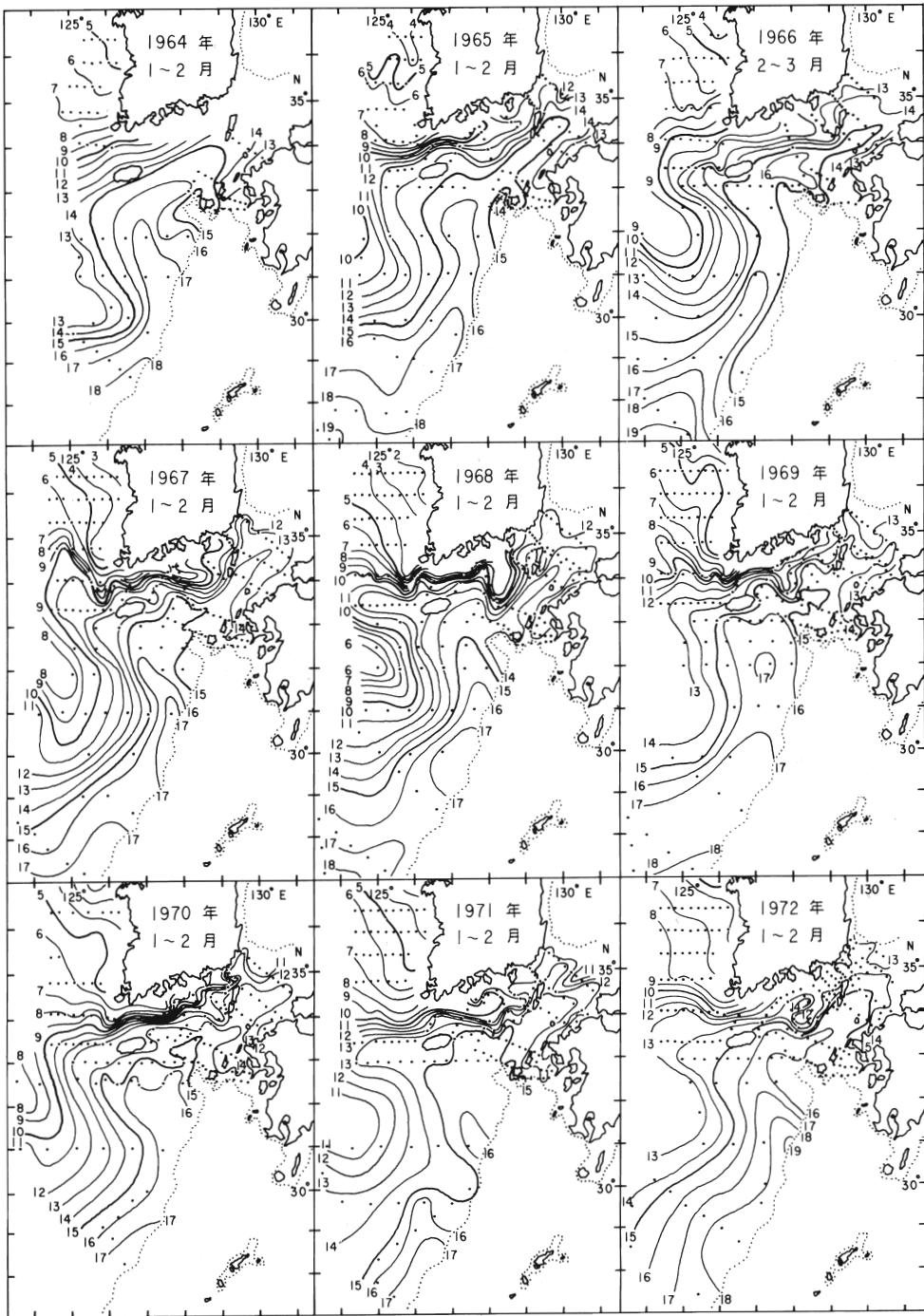


図4 東シナ海の冬季における底層水温分布(°C), 1964-1972年

する値として、長沼：1981から引用)以上の底層における高塩分域とし、水温・塩分は、産卵場として規定した水域の底層においての最高値を用いた。

また、韓国の西岸から南岸にかけての水域でも観測が行われるようになり、広域を対

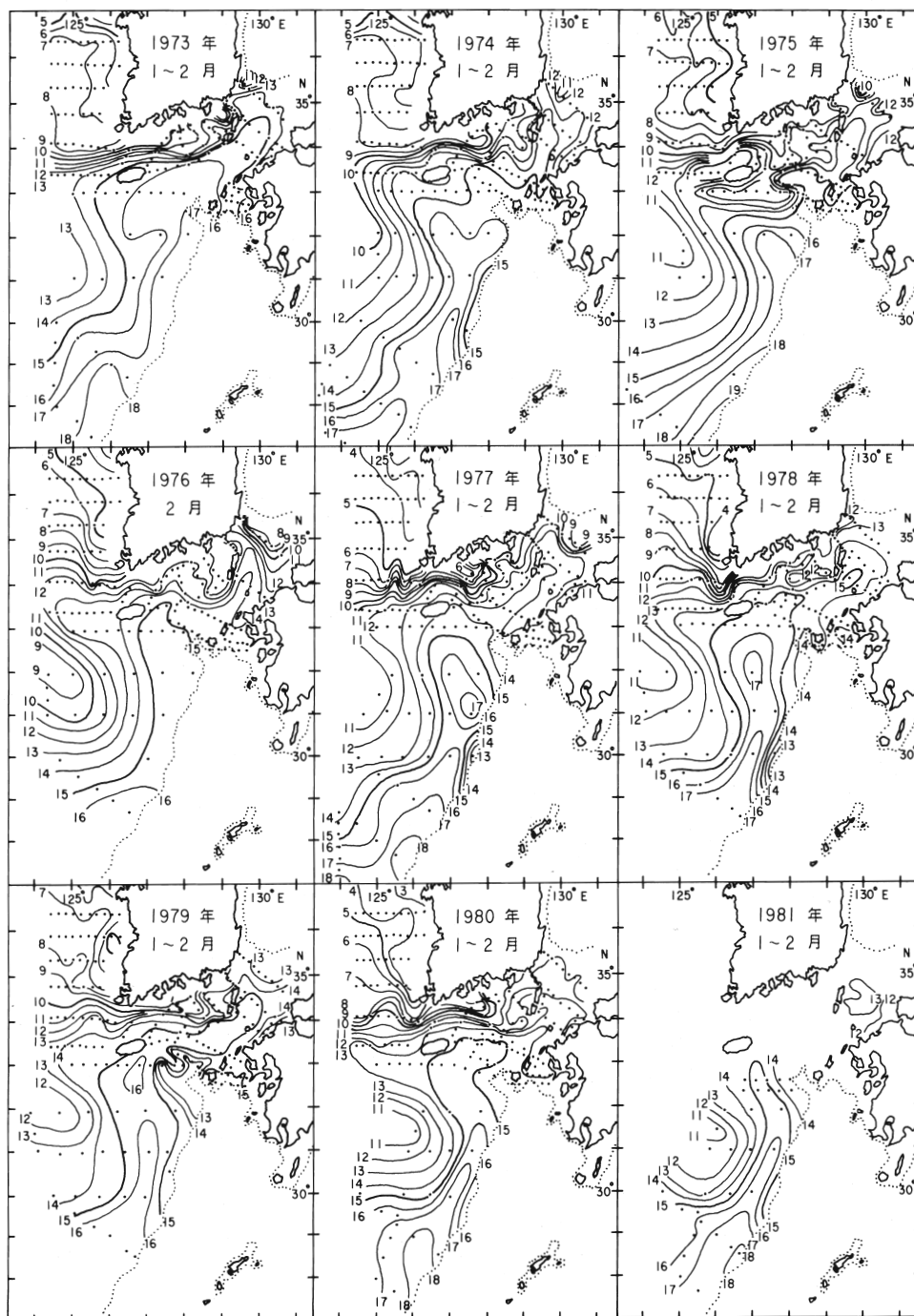


図5 東シナ海の冬季における底層水温分布(°C), 1973-1981年

象にすることができるようになった1965年以降については、上記の方法のほかに、産卵場の面積では、図9の実線と破線で囲む35°N以南・125°E以東の大陸棚域での底層における34.5‰以上の高塩分域を求め、水温・塩分では、対象海域を広げたことに伴って広

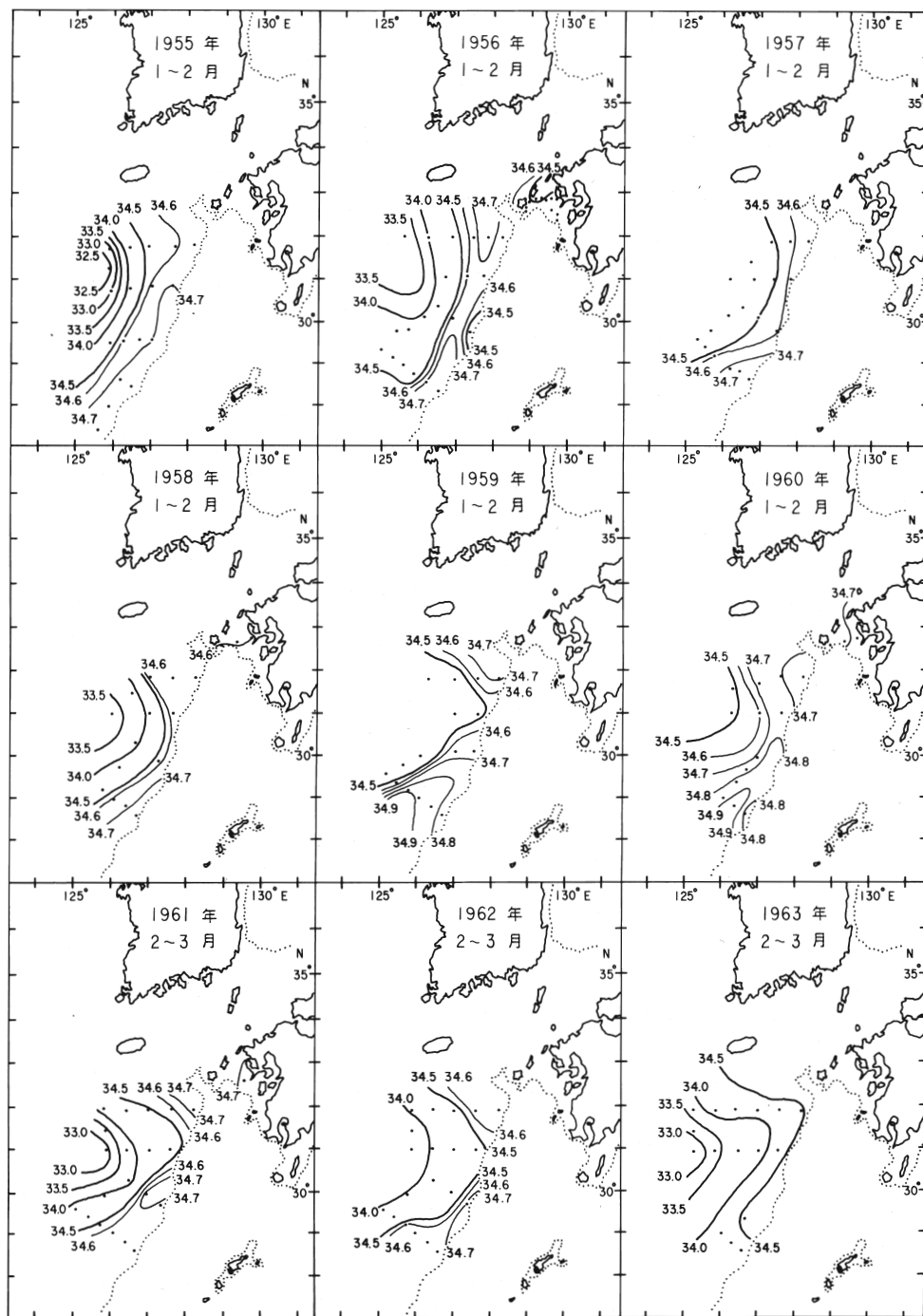


図6 東シナ海の冬季における底層塩分分布(‰), 1955-1963年

域となった産卵場の平均的な値が得られるように、潮境南部の28°~29°N間と潮境東部の31°N線付近それぞれの底層における最高値の平均を求めた。

それらの結果は、表1~2と図10に示したが、まず、32°N以南・125°E以東の比較

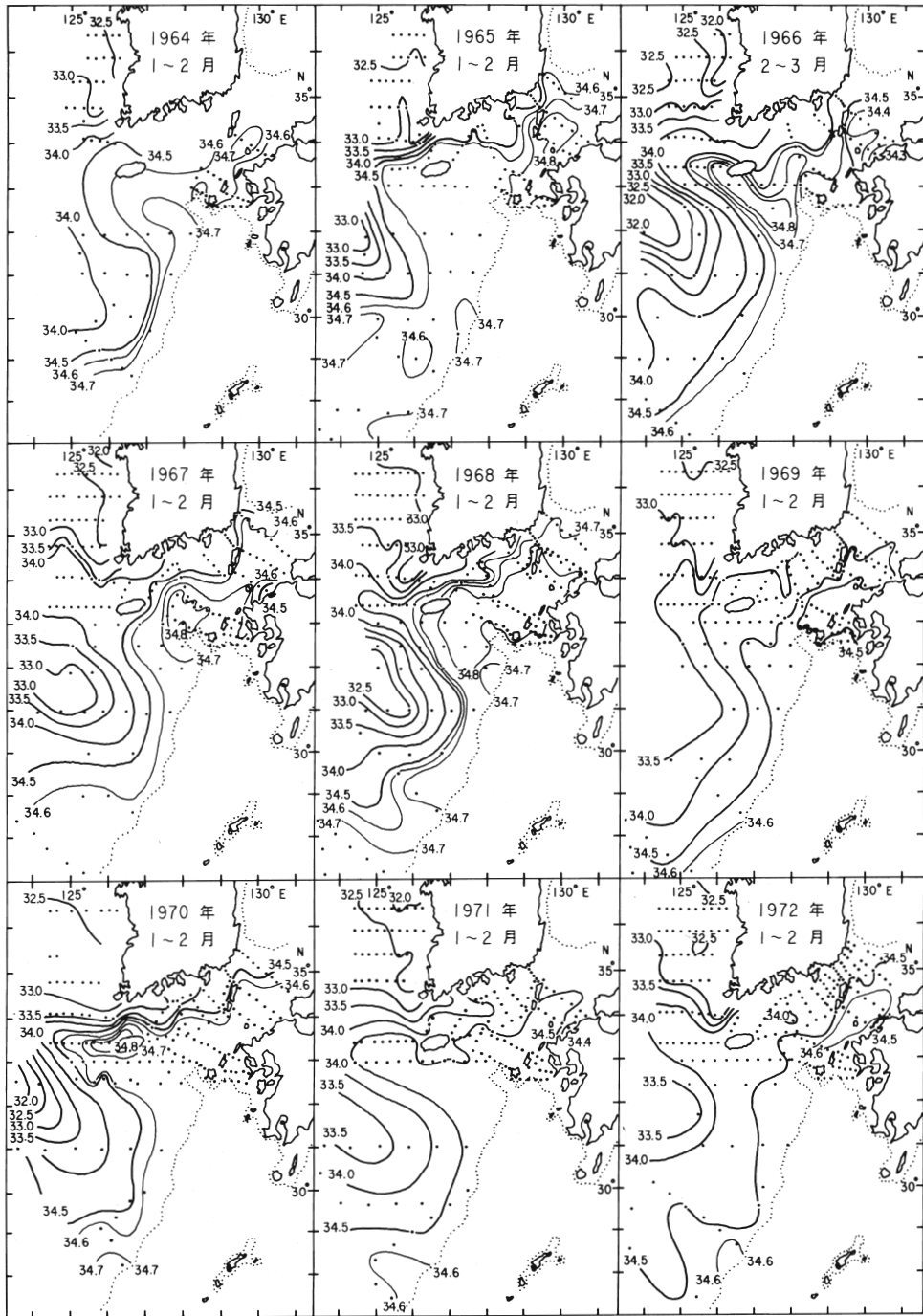


図7 東シナ海の冬季における底層塩分分布(‰), 1964-1972年

的狭域の大陸棚域を対象とした場合の1955～1980年における各環境要素の経年変化をみると、産卵場の面積は、1960年と1965年が他の年よりもやや広く、異常冷水年の1963年がかなり狭くなっているほかは5万km²前後の広さになっており、特徴的な変化はみら

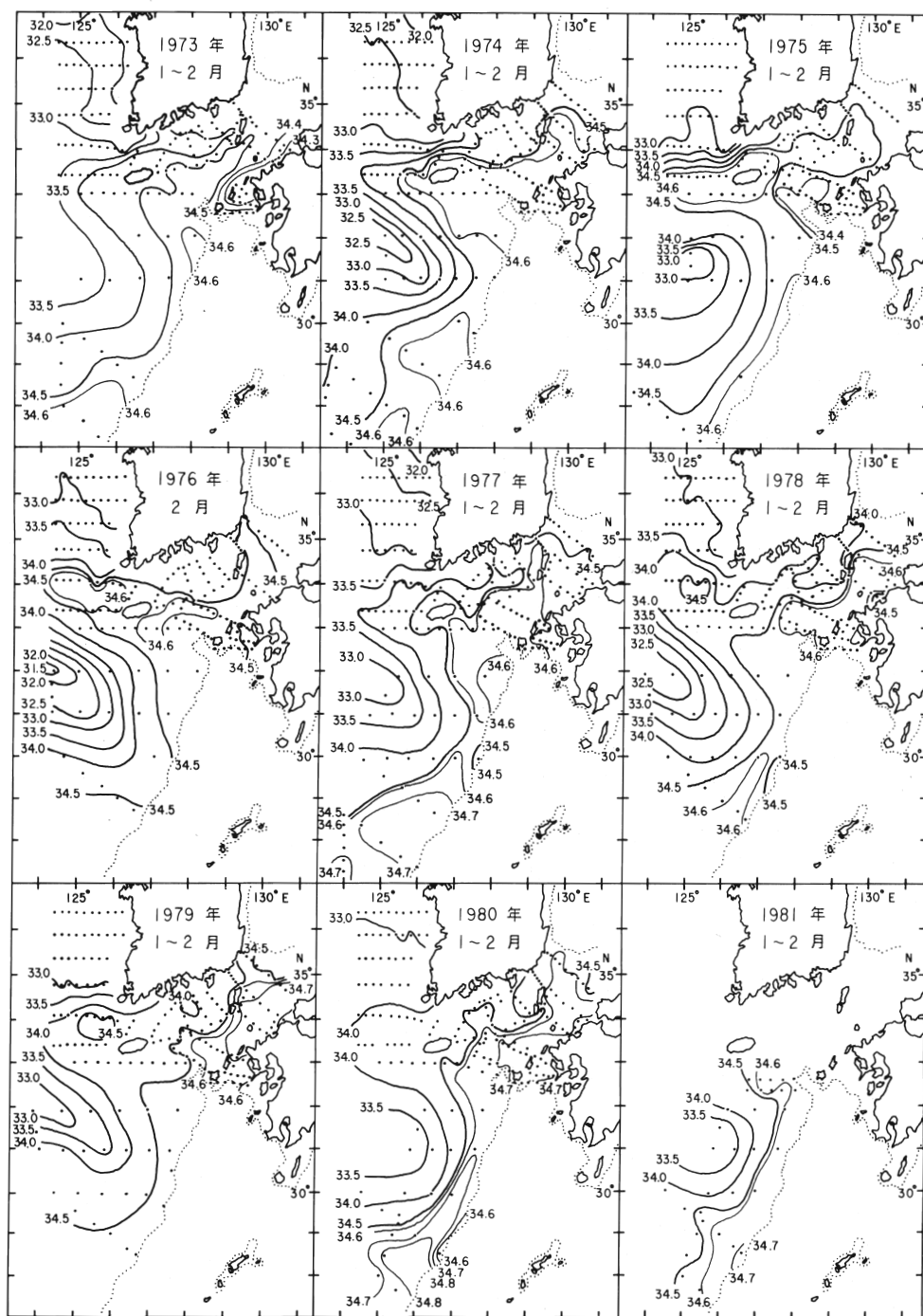


図8 東シナ海の冬季における底層塩分分布(‰), 1973-1981年

れない。底層水温は、1961・1962年の16℃台、1963年の13℃台が他の年にくらべかなり低いことが目立つほかは18℃前後で推移している。底層塩分は、34.58～34.90‰の間で変化しているが、経年的にみると、1950・1960の両年代では、全国的な異常冷水に見舞われた1963年をのぞいて約34.7‰以上になっているのに対し、1970年代では1977

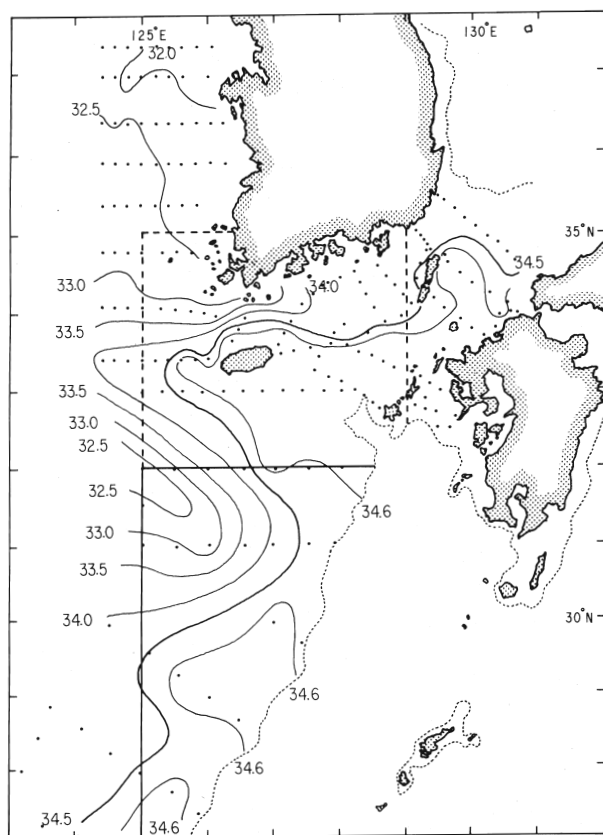


図9 産卵場面積を求めた規定水域

年の34.72‰をのぞき34.7‰以下の低塩分となっており、1980年には突然34.8‰の高塩分になっている。この塩分変化の原因については、黒潮のより上流域での降水量や海水の蒸発量などが関係すると考えられるが、情報が少なくて確かな判断はできない。

次に、35°N以南・125°E以東の比較的広域の大陸棚を対象にした場合の1965～1980年における各環境要素をみると、狭域の大陸棚を対象にした場合にくらべ、産卵場面積は全般に広くなり、底層水温と底層塩分は全体的に低くなっているが、それらの変化傾向は狭域の大陸棚域を対象にした場合とよく似ている。

2. タチウオの漁獲量

東シナ海・黄海における関係国

(日本・韓国・中国)の底魚生産量は、表3からみられるように、1960年に180万トン、1970年に166万トン、1980年に197万トンで、1960～1980年の間大きな変化がなく、約200万トン弱の量を維持している。

これら底魚のうち、イカ類(スルメイカに限っては不明)を捕食しているのは、三尾・篠原(1979)によれば、30種を越える多魚種にわたっており、スルメイカ産卵場の環境要素の中に食害の問題も含める必要があると思われる。とくに、イカ類捕食種のうちキグチとタチウオは、表3からみられるように、東シナ海・黄海での底魚生産量の30～40%を占めており、たとえ1尾当りのスルメイカ捕食量が少ないとしてもその総数はかなりな量となろうし、空間占拠の問題として影響していることも考えられる。

表1 スルメイカ主産卵場付近における
環境要素(1955~1980年の資料による)

要素 年	産卵場面積 (千km ²)	底層水温 (°C)	底層塩分 (‰)
1955	53.000	17.580	34.740
1956	29.000	18.210	34.720
1957	39.000	17.500	34.740
1958	40.000	18.720	34.760
1959	48.000	17.910	34.900
1960	75.000	19.680	34.940
1961	39.000	16.070	34.700
1962	39.000	16.290	34.700
1963	11.000	13.560	34.540
1964	43.000	18.080	34.720
1965	84.000	17.900	34.700
1966	46.000	19.600	34.670
1967	56.000	17.770	34.680
1968	56.000	17.380	34.750
1969	23.000	17.960	34.550
1970	45.000	17.240	34.630
1971	38.000	17.020	34.580
1972	36.000	18.980	34.510
1973	33.000	18.040	34.640
1974	52.000	16.820	34.660
1975	34.000	18.200	34.660
1976	29.000	16.870	34.550
1977	41.000	17.450	34.720
1978	46.000	17.970	34.640
1979	45.000	16.720	34.560
1980	44.000	18.210	34.800

表2 スルメイカ主産卵場付近における
環境要素(1965~1980年の資料による)

要素 年	産卵場面積 (千km ²)	底層水温 (°C)	底層塩分 (‰)
1965	159.000	17.000	34.685
1966	98.000	16.000	34.685
1967	98.000	16.500	34.675
1968	120.000	16.500	34.780
1969	56.000	17.000	34.600
1970	108.000	16.500	34.655
1971	89.000	16.000	34.550
1972	65.000	18.000	34.593
1973	60.000	17.000	34.605
1974	104.000	16.500	34.630
1975	79.000	17.500	34.610
1976	84.000	15.500	34.550
1977	83.000	16.500	34.600
1978	80.000	17.000	34.550
1979	72.000	16.000	34.555
1980	82.000	17.500	34.740

このようなことから、スルメイカ産卵時期の冬季におけるキグチ・タチウオの分布(越冬場)を水産庁研究部(1979)によってみると、キグチはスルメイカ産卵場との重複は小さいが、タチウオはスルメイカ産卵場の南西域で完全に重なり合っている。

したがって、今回の検討ではスルメイカの捕食種あるいは空間占拠の競合種としてタチウオをとりあげ、その漁獲量を環境要素に導入することにした。

図11は、東シナ海・黄海における日本と韓国を合わせたタチウオ漁獲量である。なお、中国の漁獲量は入手できな

表3 東シナ海・黄海の底魚生産状況

	1960年	1970年	1980年
合計	1.804千トン	1.661千トン	1.973千トン
キグチ	298千トン (16.5%)	109千トン (6.5%)	94千トン (4.7%)
タチウオ	261千トン (14.5%)	571千トン (34.4%)	589千トン (29.8%)

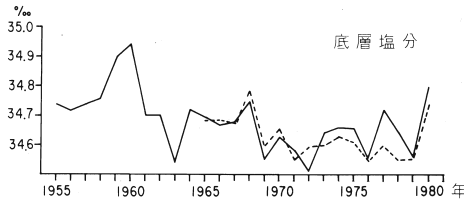
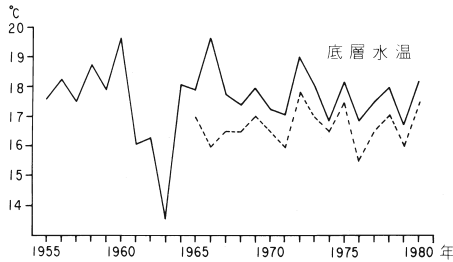
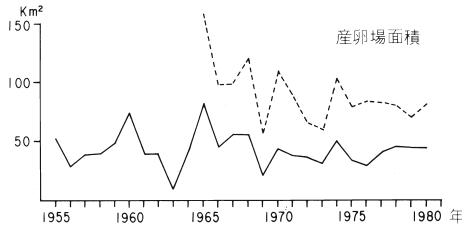


図10 スルメイカ主産卵場付近における環境要素の経年変動

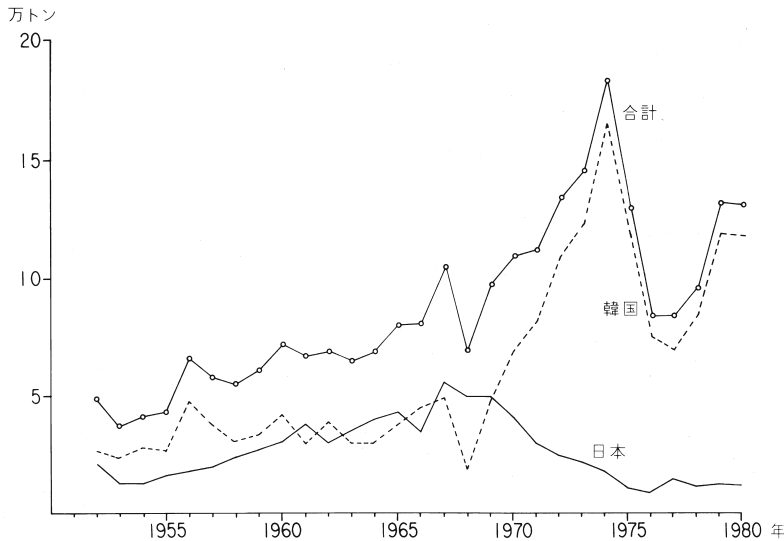


図11 日本および韓国のタチウオ漁獲量

った。

日本と韓国を合わせたタチウオ漁獲量は1955年(約5万トン)から1969年(約10万トン)にかけて徐々に増加しているが、1970年代前半には増加が急になり、1974年に18万トン強の頂点に達している。その後急減して1976・1977年には8万トン程度になり、1979年以降再び増加傾向を示し、13万トン台になっている。とくに注目されるのは、1960年代以前は、日本・韓国両国とも同様に年々漸増の経過を辿っているが、1970年代に入った頃から韓国は増加、日本は減少というように漁獲量推移の傾向が逆の様相を呈していることである。したがって、1970年代以降の両国合わせた漁獲量の推移は、韓国の漁獲量の変化傾向を強く反映している訳であるが、1970年代前半の高漁獲量は、大滝(1979)によると、韓国のアンコウ網による漁場開発によるところが大であるとしている。

この韓国のアンコウ網漁業は、大滝(1979)によると、沿岸の潮汐を利用して発達し、当初は小規模であったが、次第に大型化し、1967～1969年の頃には韓国西岸から沖合にかけてかなり広く操業するようになっていたが、それが更に発展して1969年以

降は黄海南部および東シナ海北部から中部にかけて出漁するようになったとしている。このような漁場変化や、分布の末端域にあたる隣接海域の日本海・太平洋，および瀬戸内海での1970年代以降のタチウオ漁獲量の増加などからみて，1970年代にはタチウオの分布域が以前よりも東に偏したふしもうかがわれる。

3. 各漁場のスルメイカ漁獲量推移

日本周辺の主要漁場としては，三陸～道東にかけての北部太平洋漁場と日本海漁場があげられるが，日本海で漁獲されるスルメイカは，沖合（秋生まれ主体）と沿岸（冬生まれ主体）とでは発生時期が異なるといわれていることから，日本海の漁場は沿岸と沖合で区別することが妥当と思われる。

したがって，日本周辺で漁獲されたスルメイカは，北部太平洋漁場（北海道北東区・

表4 日本周辺における漁場別スルメイカ漁獲量(千トン)

年	漁 場		
	北部太平洋	日本海沿岸	日本海沖合
1955	320.000	48.000	18.000
1956	243.000	45.000	22.000
1957	269.000	73.000	39.000
1958	267.000	67.000	34.000
1959	380.000	80.000	47.000
1960	376.000	55.000	42.000
1961	295.000	57.000	83.000
1962	461.000	46.000	57.000
1963	438.000	84.000	117.000
1964	168.000	71.000	87.000
1965	343.000	80.000	68.000
1966	291.000	82.000	78.000
1967	394.000	78.000	46.000
1968	493.000	106.000	100.000
1969	337.000	48.000	102.000
1970	177.000	122.000	145.000
1971	112.000	72.000	152.000
1972	172.000	117.000	232.000
1973	39.000	108.000	212.000
1974	48.000	86.000	193.000
1975	77.000	77.000	198.000
1976	10.000	92.000	184.000
1977	7.000	63.000	108.000
1978	4.000	62.000	104.000
1979	3.000	57.000	123.000
1980	63.000	67.000	162.000

南区・太平洋北区の漁獲量)，日本海沿岸漁場（距岸約60海里以岸の漁獲量），日本海沖合漁場（距岸約60海里以沖の漁獲量）の3つに大別して集計した。なお，韓国の漁獲量は，漁期や漁獲物の生物特性などからみて，秋生まれ主体と考えられることから，日本海沖合の漁獲量と合わせて集計した。

漁場別スルメイカ漁獲量推移は，表4と図1に示したとおりであり，各漁場の特徴は次のとおりである。

北部太平洋漁場の漁獲量は，1968年までは日本全体の80%以上を占めていたが，1969年以後下降の一途を辿り，近年は盛時の5%程度に過ぎない。ここでの史上最高の漁獲量は1968年の49万トンで，最低は1978・1979の各年の0.5万トンほどである。1955年以降の漁獲量の上昇下降の過程で，1950年代の最低は24万トン，1960年代のそれは17万トン，1970年代の前半は4万トンに落ち込み，そして最近の1976～1979年には1万トン以下となっている。

日本海沿岸漁場における1955～1980年

の漁獲量は、5万～12万トンの範囲で、平均7.5万トンぐらいの比較的変動の小さい状態で推移している。

日本海沖合漁場の漁獲量のうち、日本の漁獲量は、沖合資源の本格的な開発が始まった1966年以来、年ごとに倍増の勢いで増大し、1970年に7.3万トンであったものが、1972年には20万トンに達している。しかし、以後漸減し、1977年には約12万トンに落ちこみ、それ以降も低迷している。一方、韓国による漁獲量は、1955・1956年には2万トン前後であったが、その後漁業の発展にともなって徐々に増加をつづけ、1963年には11.6万トンに達している。しかし、以後これをしのぐ漁獲はなく、1970～1976年は3万～7万トンの間で変動し、最近の1977～1979年には2万トン前後に減少しており、1980年になって4.7万トンとやや増加している。

4. 各環境要素および漁場別スルメイカ漁獲量の相互相関

表5は、環境要素としてとりあげた産卵場の面積・底層水温・底層塩分およびタチウオ漁獲量や、日本近海のスルメイカ漁場として区分した北部太平洋漁場・日本海沿岸漁

表5 各環境要素及び漁場別スルメイカ漁獲量の相関関係

		環 境 要 素				漁場別スルメイカ漁獲量		
		産卵場面積	底層水温	底層塩分	タチウオ漁獲量	北部太平洋	日本海沿岸	日本海沖合
環 境 要 素	産卵場面積	1.00 1.00						
	底層水温	0.44* -0.19	1.00 1.00					
	底層塩分	0.56** 0.56*	0.40 0.19	1.00 1.00				
	タチウオ漁獲量	-0.04 -0.36	0.06 0.32	-0.42 -0.23	1.00 1.00			
漁場別スルメイカ漁獲量	北部太平洋	0.19 0.48	-0.11 0.04	0.34 0.68**	-0.62** -0.48	1.00 1.00		
	日本海沿岸	-0.01 0.21	0.01 0.11	-0.29 0.27	0.34 0.11	-0.12 0.17	1.00 1.00	
	日本海沖合	-0.31 -0.47	-0.10 0.33	-0.58** -0.35	0.81** 0.66**	-0.63** -0.58*	0.61** 0.43	1.00 1.00

上段は1955～1980年、下段は1965～1980年の資料による。
数字末尾の**印は1%、*印は5%水準で有意であることを示す。

場・日本海沖合漁場の各漁獲量など、7種相互の相関係数を示したものである。

まず、各環境要素間で有意な関係がみられるのは、産卵場の面積と底層水温、産卵場の面積と底層塩分の2組みであり、これらは、産卵場の面積・底層水温・底層塩分など3要素の変化がある程度関連し合っていることを示しているものであろう。また、タチウオ漁獲量は、他の環境要素との間で有意な関係はみられないが、底層塩分とは有意に近い逆相関の関係がみられ注目される。

次に、漁場別スルメイカ漁獲量間をみると、北部太平洋漁場（冬生まれ主体）と日本海沖合漁場（秋生まれ主体）、日本海沿岸漁場（冬生まれ主体）と日本海沖合漁場（秋生まれ主体）の2組みで有意な関係がみられる。前者は、海域も発生時期も異なるもの間で負相関がみられた訳であるが、それは、秋生まれと冬生まれを通じての発生期間約4カ月の短期間では、主産卵場周辺の流動状況が大きく変わらないと考えられるので、年々の流動変化にもとづく日本海側と太平洋側へのスルメイカ稚仔の配分が係わっていることを示しているものと考えられる。また、後者は、発生時期を異にするが同一海域のもの間であるので、上述したような海況の持続性を考慮すれば、正の相関は当然といえよう。

各環境要素と漁場別スルメイカ漁獲量との間では、底層塩分と北部太平洋漁場、底層塩分と日本海沖合漁場、タチウオ漁獲量と北部太平洋漁場、タチウオ漁獲量と日本海沖合漁場の4組みで有意な関係がみられる。すなわち、北部太平洋漁場のスルメイカ漁獲量は、底層塩分と正相関、タチウオ漁獲量と負相関があり、産卵場面積とは有意に近い正の関係を示している。これらのことは、タチウオが低塩分を好む魚であることからして、産卵場面積が狭く低塩分の年は、タチウオが分布域を東方に広げスルメイカの食害も多くなることを示唆しているものと思われる。また、日本海沖合漁場のスルメイカ漁獲量は、底層塩分と負相関、タチウオ漁獲量と正相関があり、産卵場面積とは有意に近い負の関係を示している。これらのことは、日本海沖合漁場で漁獲対象になるスルメイカが秋生まれ群が主体で、その産卵場は図2からみられるように冬生まれの産卵場よりも北東寄りにあり、タチウオの濃密分布域から遠く離れているために食害が少いことや、産卵場面積の狭い年は、例年よりもさらに産卵場が北東偏して、日本海へスルメイカ稚仔が補給されやすくなることを示しているものと考えられる。

5. 各環境要素の総合と漁場別スルメイカ漁獲量との関係

各環境要素および漁場別スルメイカ漁獲量それぞれの相関関係については前節で述べたが、スルメイカの環境としては、相互にからみあった各環境要素を総合的にシステムとしてとらえることが大切であろう。このような考えから、まず、各環境要素を総合するために主成分分析を行い、次いで、得られた各主成分と漁場別スルメイカ漁獲量を重回帰分析して、環境とスルメイカ漁獲量との関係を調べてみた。

表6 主成分分析のパラメーター (1955~1980年の資料による)

主成分		固有値	固有ベクトル				寄与率 (%)
		λ_k	ℓ_{k1}	ℓ_{k2}	ℓ_{k3}	ℓ_{k4}	
第1	X1	1.991	-0.246	-0.063	0.870	-0.422	49.779
第2	X2	1.134	0.255	-0.474	0.801	0.263	28.359
第3	X3	0.556	0.478	0.545	0.681	0.100	13.904
第4	X4	0.318	0.883	-0.176	-0.358	-0.248	7.959

表7 主成分分析のパラメーター (1965~1980年の資料による)

主成分		固有値	固有ベクトル				寄与率 (%)
		λ_k	ℓ_{k1}	ℓ_{k2}	ℓ_{k3}	ℓ_{k4}	
第1	X1	1.803	0.599	0.035	0.700	-0.387	45.063
第2	X2	1.246	0.127	0.339	0.857	0.366	31.141
第3	X3	0.610	0.852	-0.348	-0.311	0.238	15.238
第4	X4	0.342	0.380	0.610	-0.694	-0.045	8.558

表6~9は、各環境要素の主成分分析結果である。まず、主成分分析のパラメーターを示す表6~7をみると、寄与率は、第1と第2主成分を合わせると70%台、それに第3主成分を加えると90%を越しており、第1~3主成分で90%強の情報がとり入れられていることを示している。固有ベクトルは、各列別に値の大きいところをみると、 $\ell_{k1} \cdot \ell_{k2} \cdot \ell_{k3}$ は正であるので、産卵場の面積・底層水温・底層塩分などは大きいほど主成分の値が大きくなり、それに対するスルメイカ漁獲量との関係が正の場合は漁況をよい方に動かし、負の場合は逆になることを示している。また、 ℓ_{k4} は負であるので、タチウオ漁獲量は大きいほど主成分の値が小さくなり、それに対するスルメイカ漁獲量との関係は、正の場合には漁況を悪い方に動かし、負の場合は逆になることを示している。また、後の表8~9は、主成分分析のパラメーターにもとづく、主成分の年々の値である。

表10は、表8~9の年々の主成分値と表4の漁場別スルメイカ漁獲量との関係を示したものである。まず、表の上欄をみると、第1主成分と漁場別スルメイカ漁獲量との関係(図12~14にも示している)は、1965~1980年の日本海沿岸漁場の場合をのぞい

表8 主成分の年々の値(1955～1980年の資料による)

年	主 成 分			
	X1	X2	X3	X4
1955	0.951	0.250	0.547	0.744
1956	0.858	-0.393	-0.017	-0.884
1957	0.999	0.160	0.100	-0.419
1958	1.130	-0.164	0.811	-0.359
1959	2.194	1.451	1.672	-0.303
1960	1.850	1.641	3.655	0.835
1961	0.616	0.467	-0.790	0.093
1962	0.579	0.398	-0.686	0.046
1963	-0.157	-0.330	-3.921	-0.636
1964	0.593	-0.075	0.386	-0.048
1965	-0.396	0.633	1.535	2.432
1966	-0.125	-0.925	0.869	0.006
1967	-0.409	0.142	0.510	0.660
1968	0.660	0.675	0.703	0.725
1969	-0.908	-1.509	-1.390	-0.834
1970	-0.669	-0.113	-0.414	0.217
1971	-1.026	-0.534	-1.076	-0.011
1972	-1.977	-1.725	-0.667	-0.321
1973	-0.888	-0.281	-0.274	-0.917
1974	-1.430	0.977	0.419	0.067
1975	-0.549	-0.282	-0.079	-0.838
1976	-0.766	-1.094	-1.729	-0.206
1977	0.467	0.257	0.085	-0.183
1978	-0.486	-0.409	-0.028	0.242
1979	-1.552	-0.298	-1.060	0.382
1980	0.501	1.008	1.205	-0.740

て有意の関係がみられるが、第2～4のそれぞれの主成分との対比では有意な関係はまったく認められない。次いで、重回帰分析によって、第1～2主成分、第1～3主成分、第1～4主成分というふうに合成して求めた、予測値と実際の漁場別スルメイカ漁獲量との対比の結果を表10の下欄からみると、日本海沿岸漁場の場合、第1～4主成分全部を合成してもたいして相関係数は変わらないが、北部太平洋と日本海沖合のスルメイカ漁獲量の場合、大幅に相関係数が高くなる。漁場別スルメイカ漁獲量と第1～4主成分合成による予測値との関係は、図15～17にも示しているが、日本海沖合の場合、誤差が割合小さく、漁況予測への適用が可能のようである。それにくらべ、北部太平洋の場合と日本海沿岸の場合には誤差が比較的大きい。その改善の

方法としては、例えば、親魚量などの要素をふやして検討してみることも大切であろうが(前年の漁獲量を親魚量として要素をふやして計算してみると、北部太平洋では0.8台、日本海沿岸では0.7台の相関係数となる)、根本的な問題として、スルメイカ漁獲量をCPU Eなどに基準化することが先決である。

IV 要 約

日本周辺で漁獲されるスルメイカの主産卵場と目されている、東シナ海の大陸棚域における環境諸要素(産卵場の面積・底層水温・底層塩分・タチウオ漁獲量)を1955～1980年にわたって経年的に調べ、図10～11に示したような結果を得た。

表9 主成分の年々の値 (1965~1980年の資料による)

年	主 成 分			
	X1	X2	X3	X4
1965	2.604	0.813	1.660	0.811
1966	1.102	0.004	0.151	-1.029
1967	0.717	0.438	0.123	-0.505
1968	2.741	1.406	0.119	-1.163
1969	-0.901	-0.518	-1.272	0.085
1970	0.698	0.299	0.601	-0.159
1971	-0.861	-1.314	0.701	0.131
1972	-1.177	0.395	-1.180	1.154
1973	-1.367	0.140	-0.781	0.026
1974	-0.593	0.856	1.144	-0.079
1975	-0.651	0.365	-0.558	0.745
1976	-0.632	-1.948	0.561	-0.359
1977	-0.111	-0.813	-0.216	0.046
1978	-0.819	-1.038	-0.261	0.945
1979	-1.469	-1.097	0.265	-0.202
1980	0.723	1.974	-1.034	-0.500

表10 各主成分と各漁場のスルメイカ漁獲量との関係

主成分 \ 漁場	北部太平洋	日本海沿岸	日本海沖合
1	0.50 (-0.72)	-0.41 (0.20)	-0.75 (-0.58)
2	0.27 (0.44)	-0.18 (0.31)	-0.37 (0.00)
3	0.14 (0.09)	-0.11 (0.11)	-0.37 (0.30)
4	0.30 (-0.34)	0.01 (-0.06)	-0.10 (0.34)
1~2	0.51 (0.72)	0.42 (0.31)	0.76 (0.71)
1~3	0.52 (0.75)	0.43 (0.34)	0.76 (0.73)
1~4	0.66 (0.75)	0.43 (0.34)	0.86 (0.73)

上段; 1955~1980年, 下段; 1965~1980年

次いで、それら環境諸要素は、総合的にシステムとしてとらえることが大切であるとの考えから、主成分分析を行って表8~9に示したような結果を得、さらに、各主成分と漁場別スルメイカ漁獲量（北部太平洋・日本海沿岸・日本海沖合）を重回帰分析して求めた表10と図15~17などにもとづいて、環境と漁場別スルメイカ漁獲量との関係を検討した。得られた結果は次のとおりである。

1. 想定産卵場の面積は、1960年と1965年が他の年よりもやや広く、異常冷水年の1963年がかなり狭くなっていたほかは特徴的な変化傾向がみられない。これらと漁場別スルメイカ漁獲量との間に有意な関係はみられなかった。

2. 底層水温は、1961~1963年が他の年にくらべかなり低くなっていたほかは18℃前後で推移していた。これらと漁場別スルメイカ漁獲量との間に有意な関係はみられなかった。

3. 底層塩分は、34.5~34.9%の間で変化していたが、1950・1960の両年代では異常冷水年の1963年をのぞいて34.7%以上の高塩分で経過していたのに対し、1970年代ではほぼ34.7%

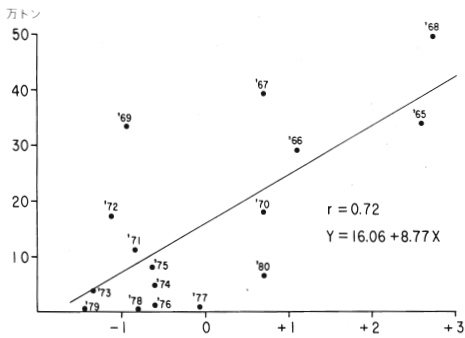
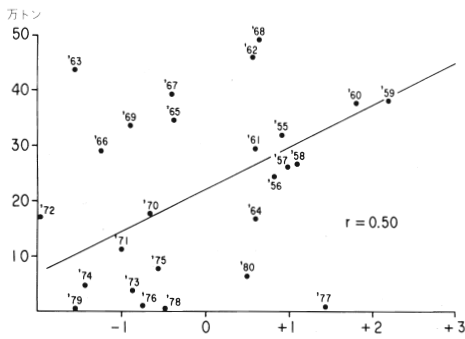


図12 第1主成分と北部太平洋のスルメイカ漁獲量との関係

(上図は1955~1980年, 下図は1965~1980)年の資料による。

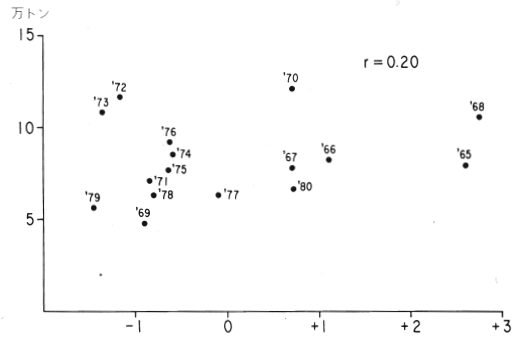
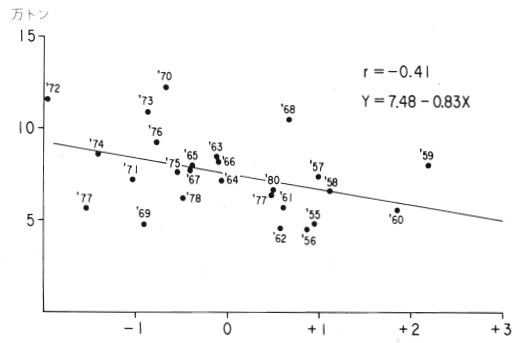


図13 第1主成分と日本海沿岸のスルメイカ漁獲量との関係

(上図は1955~1980年, 下図は1965~1980)年の資料による。

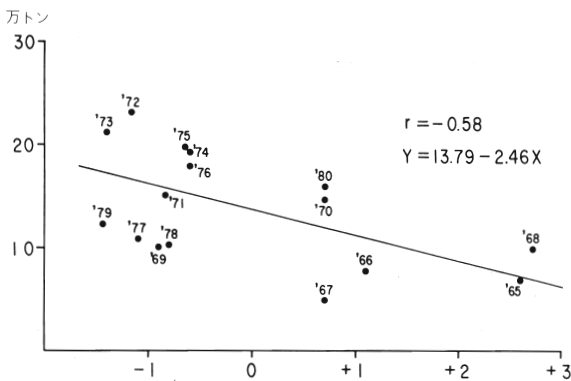
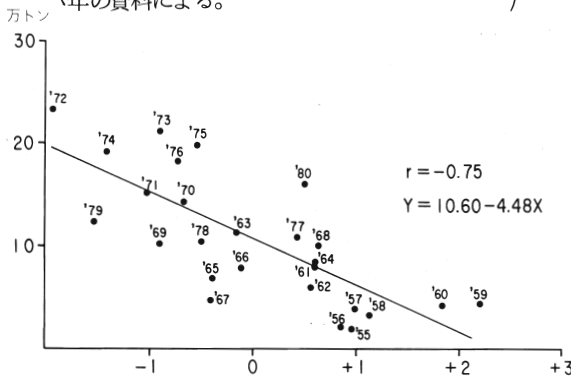


図14 第1主成分と日本海沖合のスルメイカ漁獲量との関係

(上図は1955~1980年, 下図は1965~1980年の資料による)

以下の低塩分で推移していたが、1980年には突然34.8%の高塩分になっていた。これらと北部太平洋スルメイカ漁獲量とは正、日本海沖合スルメイカ漁獲量とは負の有意な関係がみられたが、日本海沿岸スルメイカ漁獲量とは相関がみられなかった。

4. 日本と韓国を合わせたタチウオ漁獲量は、1955年の約5万トンから1969年の約10万トンに向けて徐々に増加し、さらにその後ピークを示す1974年の約18万トンまで急激な増加となっていたが、それ以降1976・1977年には8万トン程度に急減し、1979年以後再び増加傾向を示し13万トン台になっていた。これらと北部太平洋スルメイカ漁獲量とは負、日本海沖合スルメイカ漁獲量とは正の有

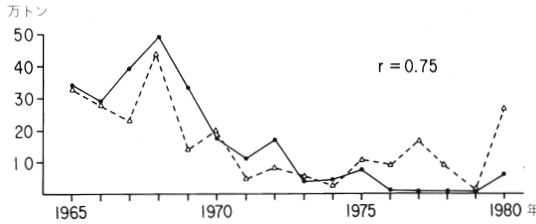
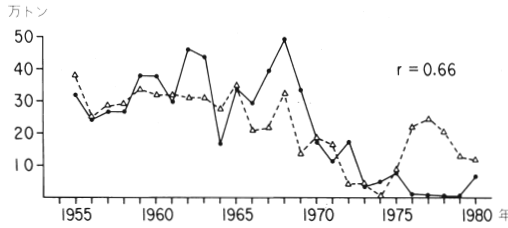


図15 北部太平洋のスルメイカ漁獲量(実線)と第1~4主成分合成による予測値(点線)
(上図は1955~1980年, 下図は1965~1980年)の資料による。

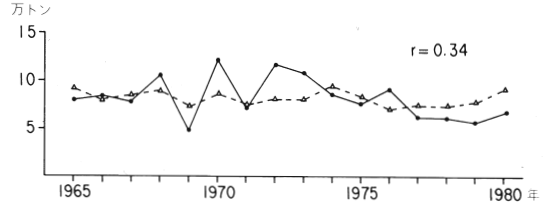
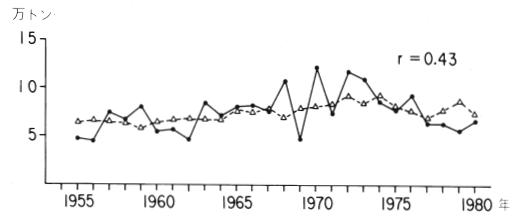


図16 日本海沿岸のスルメイカ漁獲量(実線)と第1~4主成分合成による予測値(点線)
(上図は1955~1980年, 下図は1965~1980年)の資料による。

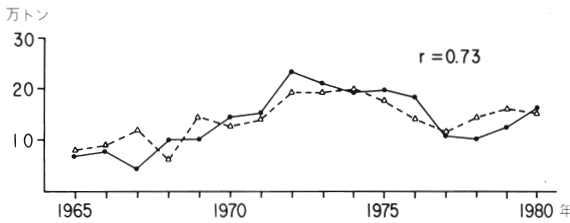
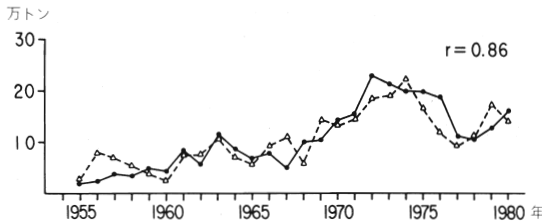


図17 日本海沖合のスルメイカ漁獲量(実線)と第1~第4主成分合成による予測値(点線)
(上図は1955~1980年, 下図は1965~1980年)の資料による。

意な関係がみられたが、日本海沿岸スルメイカ漁獲量とは相関がみられなかった。

5. 主成分分析の固有ベクトルによると、産卵場の面積・底層水温・底層塩分などは、大きいほど主成分の値が大きくなり、それに対する漁場別スルメイカ漁獲量との関係が正の場合は漁況を良い方に動かし、負の場合は逆になる。また、タチウオ漁獲量では、大きいほど主成分の値が小さくなり、それに対する漁場別スルメイカ漁獲量との関係が正の場合は漁況を悪い方に動かし、負の場合は逆になる。

6. 各主成分を変数とした重回帰分析によって予測した値と、実際の漁場別スルメイカ漁獲量との関係は、北部太平洋で $r = 0.66$ 、日本海沿岸で $r = 0.43$ 、日本海沖合で、 $r = 0.86$ であり、いずれも 1%水準で有意である。

引用文献

- 笠原昭吾 (1982). イカの資源 —世界の有用イカ類と日本近海のスルメイカ及びアカイカの資源. 水産資料四季報, 8 (3・4) : 4-21.
- 三尾真一・篠原富美子 (1979). 摂餌生態に基づく底魚類の群集構造の研究— I 群集区分および捕食系列について. 昭和 53 年度漁業資源研究会議西日本底魚部会会議報告 : 6-19.
- 長沼光亮 (1981). 対馬暖流の源流域付近における動向と日本海への流入に関する検討— I 東シナ海における対馬暖流系水分布の経年変化. 日本海学会誌, (5) : 19-31.
- 大滝英夫 (1979). 以西底魚資源. 水産ねり製品技術の進歩 : 46-69 日本食品経済社刊.
- 水産庁調査研究部 (1972). いか釣り漁業資源. 日本近海主要漁業資源 : 131-150.
- 水産庁研究部 (1979). 我が国漁船の漁獲対象魚種の漁獲量と生物特性 (II).

質 疑

安達 (島根県水試) : 主成分分析の第 1 主成分にはどんな要素が強く影響していますか。

長沼 : 主成分分析の固有ベクトルの方からみますと, 塩分関係が非常にきいている形に数字的には出ています。それからタチウオも -0.4 位の値ですから そう小さくはないと思います。タチウオの漁獲量を入れないで計算しますと, 全体的に相関が下がってきますので, タチウオの漁獲量も入れた方が有効だという形には出てきています。