オホーツク海北海道近海におけるニシン *Clupea pallasii* の系群構造

菅 野 泰 次

(1981 年 10 月 12 日受理)

On Subpopulation of Herring *Clupea pallasii* in the Okhotsk Sea
Adjacent to Hokkaido

Yasuji KANNO*

The population structure of herring in the Okhotsk sea south of 46°N was studied using twenty samples collected from three feeding areas and four spawning areas, and the landings during 13 years in seventeen sections.

The relationship of ten samples caught in there feeding areas to spawning stocks were judged by discriminant analysis using VN, r_1 , r_2 (see Table 2) as follows: four belong to DeKastri, three belong to Saroma, two mingle in DeKastri, Saroma, Notoro and one belongs to another subpopulation not described above.

Four factors which act upon the fluctuation of the landings on seventeen sections were extracted. Two factors had high correlations with the catches of Notoro district and Saroma district. The other two factors had high correlations with each of the landings on two domains in the near side and the far-off side of Hokkaido.

From these results, it is assumed that two subpopulations in the Notoro district and Saroma district are independent stocks not mixing with each other being localized in distribution, and a stock in a domain on the near side of Hokkaido is from the DeKastri subpopulation reproduced in the northern Tatal sound.

オホーツク海北海道近海におけるニシン漁業は 1950 年にアニウ湾口とその沖合に分布するニシン魚群を対象とする底曳網漁業によって始められ、1957 年からは沖刺網漁業も行なわれるようになった。この海域でのニシン漁業は北海道日本海岸の産卵ニシンを対象とした定置網漁業がほとんど潰滅した 1960 年の後にも数万トンの漁獲を上げ、樺太水域に 200 海里漁業専管水域が設定される 1977 年まで、本邦周辺海域における唯一の大規模ニシン漁業となっていた。1950 年代から 1960 年代にかけて、この海域では組織的なニシンの生態調査が行なわれ、¹⁻⁷⁾ 魚群の交替を示唆する近藤⁸⁾の研究などもあるが、その後の傾向的なニシン漁業の衰退と樺太周辺水域の漁業専管水域の設定などによって、多くの研究は縮小あるいは中断を余儀なくされた。このため、この海域のニシンの系群構造は未だに究明されていない部分が多い。

著者は 1972 年からオホーツク海沿岸の能取湖、サロマ湖に産卵する湖沼性のニシンの生態研究を行なう中で、この個体群の海洋における分布を明らかにする必要を感じ、機会を把えて標本の採取を行なった。資料の解析結果は、オホーツク海北海道沿岸から北見沖合にかけ

て分布するニシンは能取湖、サロマ湖に産卵する湖沼性のニシンと樺太西岸から南下するデカストリ系など 4 つの系群によって構成されていることが推定されたので報告する。

材 料 と 方 法

材料として 1972 年から 1976 年の間、能取湖と能取湖口地先、サロマ湖とサロマ湖口地先、紋別沿岸、雄武沖および常呂沖の、オホーツク海の 5 つの水域から採取したニシン 18 標本と、タタール海峡のデカストリ沖および北海道の厚田沿岸で採取した 2 標本を合せ、20 標本を用いた (Fig. 1, Table 1)。この中のサロマ湖、能取湖、厚田沿岸およびデカストリ沿岸はいずれもニシンの産卵場であり、雄武沖、常呂沖、紋別沿岸は索餌場あるいは洄游路となっている。

標本は刺網、定置網、底曳網のいずれかで漁獲したもので、漁獲後凍結して保存し、数日から数か月後に測定に供した。測定は体長、体部分長、体重、生殖腺重量を測定した後、尾部棒状骨を含む脊椎骨数 (VN) を数えた。また左体側中央部から採鱗し、20 倍の万能投影機上で菅野の方法⁹⁾に準じて、第 1 輪条間距離 (r_1) と第 2

* 北海道大学水産学部 (Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate 041).

Fig. 1. Seven sampling areas (shaded portion) of harring and 17 sections of the landings used for factor analysis (shown in Arabic numerals).

Table 1. Twenty samples of herring caught in seven areas of the Okhotsk sea

Samples	Date of sampling	Range of body length	Sample size	Sampling areas
S ₁	'74 Mar. 20	10-24 (cm)	80	Off Omu
S ₂	'74 Mar. 21	14-26	81	
S ₃	'74 Mar. 22	10-25	81	
S ₄	'74 Sep. 21	15-24	63	
S ₅	'73 Apr. 18	17-25	80	Off Tokoro
S ₆	'74 Sep. 2	15-23	65	
S ₇	'76 Mar. 23	16-25	63	
S ₈	'72 Oct. 15	18-24	66	
S ₉	'74 Jun. 15	18-25	62	Coast of Monbetsu
S ₁₀	'74 Nov. 16	18-27	56	
S ₁₁	'74 Apr. 26	19-26	80	
S ₁₂	'74 Apr. 24	19-25	80	
S ₁₃	'75 Apr. 21	17-25	37	Saroma Lake
S ₁₄	'73 Apr. 26	17-25	80	
S ₁₅	'74 Apr. 18	18-22	81	
S ₁₆	'74 May 24	18-22	80	
S ₁₇	'75 May 16	14-24	100	Notoro Lake
S ₁₈	'75 Jun. 17	18-22	82	
S ₁₉	'76 Mar. 24	20-27	80	
S ₂₀	'76 Apr. 13	21-28	67	
				Atsuta
				DeKastri

輪条間距離 (r_2) を測った。

系群を解析する方法として、次の3方法を用いた。

(1) VN の平均値に関する有意性検定を行ない、索餌水域の標本の所属する系統を検討した。

(2) 産卵水域から採取した標本を指示標本とし、VN, r_1 , r_2 の3形質を用いた判別分析法を適用して、索餌水域の個体の所属判別を行ない、各標本の組成を比較して、所属する系統の検討を行なった。

(3) オホーツク海北海道近海の17区画の漁獲量*を用いて因子分析を行ない、漁獲量の変動因となる因子数を推定した。またそれぞれの因子に関する負荷量を計算して因子と産卵集団との対応を求め、産卵集団の分布の範囲を推定した。

なお、因子分析の計算には SPSS Inc. から提供されている統計計算プログラムを使用した。¹⁰⁾

結 果

形質の有意性検定 平均値の差の有意性に基づく系群判別の可能性を検討するため、VN, r_1 , r_2 を用い、各水域内の標本について平均値の均一性の検定を行なった。結果を Table 2 に示す。VN では産卵水域 (能取

湖, サロマ湖) に有意差が認められないが、索餌水域 (雄武沖, 常呂沖, 紋別沿岸) にはいずれも有意差が認められた。 r_1 では5水域の F 値にいずれも有意差が認められた。また、 r_2 ではサロマ湖を除く4水域に有意差が認められた。この結果は、索餌水域には VN の平均値に差異のある複数の集団が存在することを示している。また r_1 , r_2 の形質は、後に考察するように産卵水域内の標本間の変異が大きいため、この解析に用いるには適切でないことを示している。

上の結果で適当と判断された NV について、各産卵水域の一括標本と索餌水域の個別の標本を用い、平均値の差の検定を t 検定により行なった (Table 3)。産卵水域の VN の平均値はデカストリ 53.76, 能取湖 53.82, サロマ湖 54.08, 厚田 54.41 である。平均値はデカストリと能取湖においてよく近似し、この水域間においてのみ有意差が認められない。 t 検定結果は、所属が特定の産卵集団に帰着した標本は S_9 (サロマ) のみとなり、他の標本はいずれも2あるいは3の産卵集団への所属の可能性が示された。特に VN の平均値の低い S_1 , S_2 , S_8 , S_9 , S_{10} の標本は、デカストリと能取湖のいずれとも判別することができなかった。

Table 2. Results of variance analysis as to the homogeneity among means of VN, r_1 , r_2 in five sampling areas of the Okhotsk sea

Sampling areas	VN* ¹		r_1 * ²		r_2 * ³	
	F	d.f.	F	d.f.	F	d.f.
Off Omu	4.84**	3,298	10.8**	3,170	16.2**	3,139
Off Tokoro	7.24**	2,193	16.9**	2,153	14.9**	2,122
Coast of Monbetsu	2.05**	2,179	26.6**	2,141	7.81**	2,128
Saroma Lake	0.46	2,176	26.5**	2,160	1.18	3,160
Notoro Lake	1.74	4,388	6.5**	4,296	2.48*	4,256

* Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.

*¹ Vertebral numbers containing urostyle.

*² Distance from focus to first annuli on scale.

*³ Distance between first and second annulus on scale.

Table 3. Comparison of mean vertebral numbers by t test among four spawning stocks and ten samples of feeding areas by discriminant analysis using VN, r_1 , r_2

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	Saroma	Notoro	Atsuta	DeKastri
Mean	53.8	53.9	53.9	54.3	53.8	53.9	54.3	54.0	54.2	54.2	54.1	53.8	54.4	53.8
Variance	0.60	0.48	0.51	0.39	0.41	0.45	0.51	0.38	0.51	0.64	0.42	0.48	0.43	0.37
(n)	(80)	(80)	(79)	(63)	(80)	(65)	(51)	(66)	(61)	(55)	(179)	(393)	(78)	(66)
Saroma	2.33*	2.14*	2.41*	1.86	3.06*	1.64	1.67	1.34	0.86	1.15				
Notoro	0.47	0.77	0.45	4.64*	0.11	1.10	4.17*	1.46	3.56*	3.71*	4.18*			
Atsuta	4.80*	4.88*	5.04*	1.45	5.82*	4.39*	1.28	4.28*	2.13*	1.66	3.76*	6.90*		
DeKastri	0.90	1.19	0.93	4.58*	0.53	1.49	4.05*	1.84	3.46*	3.45*	3.49*	0.70	6.16*	

* Significant at 5% level.

* 漁獲統計は北海道水産現勢 (北海道庁刊) と北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報 (北海道機船漁業協組連刊) を使用した。また能取湖内の漁獲量は西網走漁業協同組合の魚種別漁獲記録によった。

Table 4. Belongings to spawning stocks of each sample caught in four spawning grounds and feeding areas by discriminant analysis using VN, r_1 , r_2

Samples	Saroma	Notoro	Atsuta	DeKastri	Other (%)	Remarks
S ₁	6*	1	0*	21	7 (20.5)	DeKastri**
S ₂	7*	8	2*	15	3 (8.6)	DeKastri, Notoro, Saroma
S ₃	3*	2	1*	26	0	DeKastri
S ₄	5	2*	1	3*	1 (8.3)	Saroma**
S ₅	1*	5	5*	51	2 (3.1)	DeKastri
S ₆	6	8	0*	3	0	Saroma, Notoro
S ₇	4	1*	2	23*	8 (21.1)	Unknown**
S ₈	11	2	4*	34	0	DeKastri
S ₉	29	4*	4*	9*	4 (8.0)	Saroma
S ₁₀	10	14*	4	3*	4 (11.4)	Saroma**
Saroma	69	28*	10*	9*	2 (1.7)	
Notoro	57*	127	18*	21	3 (1.3)	
Atsuta	2*	1*	13	2*	0	
DeKastri	4*	1	4*	37	2 (4.2)	

* Significant at 5% level between means of vertebral numbers.

** Mixed group except subpopulations dealt with.

判別分析法による標本の産卵集団への所属判別 産卵水域から得た各産卵集団を被判別母集団とし、索餌水域から得た全個体について、判別分析法¹¹⁾を用いて産卵集団への所属判別を行った。VN, r_1 , r_2 による3次元正規分布を仮定し、標本点がそれぞれの産卵集団に所属する確率密度を計算し、個体を最大の確率密度をとる集団に所属させた。また、この産卵集団から5%水準で棄却される個体を Other の項に割り当てた (Table 4)。この際、同一個体について3形質の測定値が必ずしも揃わない場合があったので、解析個体数は Table 1 に示した標本個体数よりもかなり少なくなっている。

確率密度 f_{ki} は次式により計算した。

$$f_{ki} = \frac{1}{(2\pi)^{3/2} |\hat{\Sigma}_k|^{1/2}} \exp \left(-\frac{1}{2} (x_i - \bar{x}_k)' \hat{\Sigma}_k^{-1} (x_i - \bar{x}_k) \right)$$

- x_i : 個体 i の測定値ベクトル
- $\bar{x}_k$: 産卵集団 k の平均値ベクトル
- $\hat{\Sigma}_k$: 産卵集団 k の分散共分散行列の推定値

個体 i の産卵集団 k への所属確率 P は次式により求めた。¹²⁾

$$P\{(x_i - \bar{x}_k)' \hat{\Sigma}_k^{-1} (x_i - \bar{x}_k) \leq \chi^2(\alpha, n)\} = 1 - \alpha$$

ここで α と n はそれぞれ棄却における有意水準と変数の数である。

産卵集団相互間の判別結果では、全個体中自己の産卵集団に判別された個体の割合はサロマ湖 59%, 能取湖 56%, 厚田 72%, デカストリ 77% を示し、かなりの高率で自らの産卵集団に判別されている。また全ての産卵集団に所属しない個体の割合は2%以下と極めて低い。産卵水域で採取した標本をこの個体群から抽出した無作為標本と考えれば、これらの産卵集団相互間の判別の精度はおおよそ 60~70% になる。能取湖とサロマ湖の産卵

集団では取り上げた形質の分布の重複度が高いため、判別の精度が他より若干低くなっている。

索餌水域の10標本の判別結果では、55%以上の個体が特定の産卵集団に判別されたのは S₁ (デカストリ), S₃ (デカストリ), S₆ (デカストリ), S₇ (デカストリ), S₈ (デカストリ), S₉ (サロマ) の6標本であった。また、いずれの産卵集団に対しても50%に満たない標本は S₂, S₄, S₅, S₁₀ の4標本である。これらの中で、取り扱った産卵集団に所属しない個体の割合が10%以上の高率を示すのは S₁, S₇, S₁₀ の3標本である。

漁獲量の因子分析に基づく魚群の分布の推定 北緯46度以南のオホーツク海を17区画に区分し、1965年から1977年までの13年間に各区画で漁獲されたニシン漁獲量 (Table 5) の相関関係から、変動の原因となる因子数と、因子の影響の範囲を因子分析法により解析した。区画の区分は沿海市町村により区分される共同漁業権内の9区画と能取湖、および共同漁業権外の7つの沖合底曳網漁業区画である (Fig. 1)。計算には漁獲量に最小量1を加え、対数変換した値を用いた。

因子分析のモデルは次の1次式で表わされる。¹³⁾

$$x_{ij} = a_{j1}f_{i1} + a_{j2}f_{i2} + \cdots + a_{jm}f_{im} + d_j u_{ij}$$

- x_{ij} : 年度 i の区画 j における標準化された漁獲量 (対数変換値)
- f_{ip} : 年度 i の第 p 共通因子スコア
- u_{ij} : 年度 i の区画 j における独自因子スコア
- a_{jp} : 区画 j の第 p 共通因子への負荷
- d_j : 区画 j の独自因子への負荷

上式は行列表記で $X = AF + UD$ となり、また X に関する相関行列 R は $R = AA' + D^2$ と表わされる。この式から独自因子負荷行列 D あるいは共通性を対角成分と

する相関行列 R^{1*} を推定すれば、特定の因子解の条件の下で因子負荷行列 A を求めることができる。

全区画の漁獲変動に影響を及ぼす共通因子数は、共通性を 1 とする相関行列の 1 より大きな固有値の数によって推定される。この場合の固有値の値は各主成分ベクトルの分散を示す。計算の結果、抽出された 17 個の固有値のうち、1 より大きな固有値は 5 個となり、この 5 個の主成分の寄与率は全変動の 84.7% となった。

相関行列 R^1 の共通性を、重相関係数を初期値とする反復法によって推定し、主因子解で求めた因子負荷をバリマックス回転した後の因子負荷行列を Table 6 に示した。因子負荷の値からそれぞれの区画における因子の影響の範囲を推定すると次のようになる。第 1 の因子は興部、雄武、枝幸の地先および稚内沖、雄武沖、オコック深海、大和堆の 7 区画、すなわち比較的北海道沖合側海域の漁獲変動と相関の強い最も広範囲に影響を及ぼす因子である。第 2 の因子は浜頓別、雄武の地先および枝幸沖、紋別沖、網走湾の 5 区画をおおむね沿岸側海域の漁獲変動と相関の強い因子で、影響の範囲は第 1 の因子に次いで広い。第 3 の因子は能取湖およびこれに隣接する網走、常呂地先の漁獲変動と強い相関を示す因子であり、第 4 の因子はサロマ湖のサロマ地先および近接する紋別地先の漁獲変動と相関の強い因子である。また、第 5 の因子は湧別地先の漁獲変動と強い相関を示す因子で、常呂地先とも若干の関連をもっている。

これらの因子群の中で、産卵集団と関連をもつものは能取湖およびサロマ湖と対応する第 3 および第 4 の因子である。この 2 因子は、また両湖沼と近接する地域の地先漁獲変動と強い相関をもっているが、その影響の範囲は極めて狭く限定されている。湧別地先および常呂地先と相関をもつ第 5 の因子は対応する産卵集団の存在が明らかでない。また、前項に述べた索餌水域の標本はいずれもこれらの因子の境界域に分布することになる。

考 察

索餌水域の標本の所属の推定 産卵域における分散分析による形質の均一性の検定結果は、VN では標本集団間の差を示さなかったが、 r_1 と r_2 では標本集団間に有意差が存在した。これは標本に含まれる形質の年級群間の変異と関係があるであろう。つまり VN では年級群間の変異が無視できる程に小さいのに対し、 r_1 と r_2 では年級群間の変異が大きく、これが標本に占める組成の変化を通して産卵水域に有意差を生じさせたものと思われる。このことは、VN が発生初期の比較的短期間に決定する^{14,15)}のに対し、 r_1 と r_2 はふ化後 1~2 年間におよぶ長期間の環境の影響を被むるためであると考えられ

る。

VN による t 検定結果からは、索餌水域の標本の所属を特定の産卵集団に帰着させることができなかった。特に、能取湖とデカストリの産卵集団の平均値が極めて近似したため、サロマ湖および厚田の産卵集団とは区別できても、多くの標本が能取湖とデカストリのどちらに所属するかが判定できなかった。

これを解決するために、VN、 r_1 および r_2 を用いた判別分析法が採用された。^{14,15)} この方法は可能性のある全ての産卵集団を採り上げることが望ましいが、本研究では標本の採取できなかった産卵集団が考えられたので、最大の確率密度をもつ産卵集団から 5% レベルで棄却される個体を Other の項に当て、これに所属する個体の割合を考慮して、未知の産卵集団への所属の可能性を検討した。このような未知の産卵集団が存在し、既述の集団と等確率面において重複することがあれば、未知の集団に所属する個体の割合は、重複度に応じさらに大きくなることになる。

判別分析の結果、55% 以上の個体が特定の産卵集団に判別されたのは 10 標本中 S_1 , S_3 , S_6 , S_7 , S_8 , S_9 の 6 標本であった。この中の S_1 , S_7 は Other に所属する個体の割合が 20% を越えた。確率面の重複があればこの割合はさらに増加するので、これらの標本では取扱った以外の産卵集団に所属する可能性を考慮しなければならない。 S_7 は特に最大判別集団であるデカストリと VN の平均値において有意差を示すので、この可能性が高い。Other の割合が小さい S_3 , S_6 , S_8 , S_9 の 4 標本では、他の産卵集団に判別された割合が比較的少ないこと、および VN の平均値の近似から、最も高率で判別された産卵集団に所属すると考えることができる。

全ての産卵集団に所属する割合が 50% に満たなかった S_2 , S_4 , S_5 , S_{10} の 4 標本は、複数の産卵集団の混合を含めて考察すべきであろう。能取湖、サロマ湖の割合の高い S_{10} は Other に所属する個体の割合が 11% の高率を示すので、能取湖、サロマ湖および既述以外の集団の混合の可能性はある。デカストリ、能取湖、サロマ湖の割合が共に高い S_2 は、これら 3 集団の混合の可能性が考えられる。 S_4 はサロマ湖の割合が 41.6% と若干低いけれども、VN の平均値が 54.25 と高く、VN の平均値の低い能取湖およびデカストリの集団の混合の可能性は低いので (Table 2)、サロマ湖に帰属すべき標本と考えられる。能取湖、サロマ湖の割合が共に高い S_5 は、VN の平均値においても両者の中間を示すので、両集団の混合と考えられる。これらの判定の結果を Table 4 の備考欄に示す。

以上の結果を標本の採取された索餌水域との関連で要

* R^1 は $(R-D^2)$ である。

Table 5. Annual landings during 13 years at

	(1) Abashiri	(2) Notoro Lake	(3) Tokoro	(4) Saroma	(5) Yubetsu	(6) Monbetsu	(7) Okoppe	(8) Omu
1965	93	40	70	53	53	141	8	0
1966	48	48	3	4	3	33	0	0
1967	63	147	46	8	27	136	0	0
1968	65	58	24	2	3	155	13	402
1969	75	134	10	0	1	1	2	0
1970	50	144	138	2	11	56	31	100
1971	62	135	77	3	9	28	74	26
1972	244	114	74	0	9	9	0	21
1973	32	21	22	0	48	23	185	239
1974	469	127	229	0	80	33	0	0
1975	179	82	118	4	45	15	0	0
1976	5	26	8	0	68	46	0	0
1977	111	76	14	4	3	84	298	692

Unit: metric tons.

Table 6. Loadings on varimax rotated factors computed by annual landings during 13 years in 17 sections of the Okhotsk sea

Factors		1	2	3	4	5
Sections						
(1) Abashiri		-0.136	0.069	0.839	0.051	-0.046
(2) Notoro L.		-0.045	-0.106	0.730	-0.172	-0.186
(3) Tokoro		0.126	-0.009	0.745	0.163	0.492
(4) Saroma		-0.139	-0.194	0.073	0.668	0.023
(5) Yubetsu		-0.016	-0.113	-0.032	0.178	0.892
(6) Monbetsu		0.037	0.251	-0.179	0.755	0.208
(7) Okoppe		0.657	0.466	0.002	0.329	-0.279
(8) Omu		0.547	0.553	0.016	0.218	-0.344
(9) Esashi		0.675	0.535	-0.081	-0.076	0.016
(10) Hamatoanbetsu		0.265	0.711	0.269	0.117	-0.176
(11) Abashiri Bay		0.228	0.788	-0.337	0.048	0.020
(12) Yamato Bank		0.667	0.552	-0.245	-0.304	0.126
(13) Okhotsk deep sea		0.837	0.200	-0.080	-0.325	0.118
(14) Off Monbetsu		0.286	0.699	0.095	-0.383	0.007
(15) Off Esashi		0.208	0.588	-0.496	0.086	-0.362
(16) Off Omu		0.663	0.523	-0.413	-0.163	0.032
(17) Off Wakkanai		0.653	0.076	-0.541	0.297	-0.358

約すれば次のようになる。雄武沖水域は主にデカストリの標本からなり、若干のサロマ湖と能取湖の標本が加わっている。この水域には S_1 のような既述以外の産卵集団の標本も混っている。常呂沖水域は特定の産卵集団が卓越するというのではなく、デカストリ、能取湖、サロマ湖さらに既述以外からの標本の混在する水域となる。紋別沿岸水域は主にサロマ湖の標本からなるが、デカストリからの標本も一部に分布する。また、全ての索餌水域が複数の産卵集団の標本を含むことは、索餌水域が、因子分析で抽出された因子の境界域に当たることとよく符合する。

解析結果と既往の研究結果との異同 日本海の春ニシ

ンが漁獲の大部分を占めた 1950 年以前の、本邦周辺のニシンの系統に関して多くの研究が行なわれた。¹⁷⁻¹⁹⁾ これらは細部においては若干異なる部分もあるが、オホーツク海北海道近海に分布するニシンが、北海道日本海岸の春ニシンに起源するという点では全ての研究が一致していた。しかし、日本海岸の春ニシンの産卵が失われた 1960 年以後のオホーツク海のニシンの研究は、まだ十分には行なわれていない。

1950 年当時、オホーツク海のニシンの系統について広く流布していた見解は、これらが樺太西岸のニシン(樺太北海道系)に起源するという見解であった。^{20,21)} 事実、これは 1956~1958 年に行なわれた標識放流試験に

17 sections in the Okhotsk sea south of 46°N

(9) Esashi	(10) Hamaton- betsu	(11) Abashiri Bay	(12) Yamato Bank	(13) Okhotsk deep-sea	(14) Off- Monbetsu	(15) Off- Esashi	(16) Off- Omu	(17) Off- Wakkanai
0	0	41	177	33	8	54	312	1221
0	0	184	436	47	204	79	641	270
0	0	22	32	23	11	8	98	765
0	7	809	490	20	58	490	1458	4618
0	0	27	170	32	26	92	269	1112
84	0	270	2833	290	362	78	3232	2187
564	96	241	3225	543	639	86	2120	868
4	1	40	617	125	87	15	535	698
158	8	321	3482	164	79	61	3392	5307
3	28	133	855	26	129	47	516	81
0	0	76	24	11	120	7	48	100
136	0	203	1882	135	143	452	2413	3199
2053	364	211	783	60	411	1074	950	3620

より確認された。^{22,23)} その後、樺太西岸ニシンの資源水準の低下があり、同じ樺太北海道系に属するタライカ湾のニシンに魚群の交替があったとする近藤等の報告^{8,24)}がなされた。この後、この海域の系統の研究は行なわれていない。

本研究の解析の結果は、索餌水域から得られた多くの標本がデカストリ系のニシンによく近似することを示した。この標本の特徴は 53 個台に脊椎骨数の平均値をもつ低脊椎骨傾向を有し、54 個台に平均値をもつ樺太北海道系ニシン¹⁷⁾とは明らかに異なっている。また、本研究の結果から厚田、能取湖、サロマ湖の産卵個体群とも明らかに異なるというべきである。ここで取り扱った以外の近海のニシンとしては樺太東岸の湖沼性のニシンがあるが、このニシンの分布はタライカ湾までとされている。²⁵⁾ 判別結果のみならず、隣接海域の個体群との比較照合によっても、上記のデカストリ系と判定された標本は、樺太西岸からオホーツク海に流入したデカストリ系に起源すると考えるのが妥当のようである。この見解は従来と異なるものであるが、樺太西岸の南下海流の動き²⁶⁾から見て考えられないことではない。

54 個台に脊椎骨数の平均値をもち、Other に所属する割合の高い S₇ の標本は、近藤⁸⁾の指摘するタライカ湾起源を否定しない。

魚群の分布の推定 因子分析の結果、北緯 46 度以南のオホーツク海におけるニシンの漁獲変動は、主に 5 個の成分に起因することが示された。この中で最も寄与率の小さな 5 番目の因子は産卵個体群との対応が認められず、何らかの原因により攪乱された漁獲変動を指す因子とも考えられるが、実構造は明らかでない。従って以下の論議では上位 4 因子について考察する。

能取湖およびサロマ湖と強い相関を示す 2 因子は、こ

れらの湖沼の産卵個体群量の変動を示す因子であると考えられる。この 2 因子によって示される両個体群は漁獲変動において互いに無相関で、かつ平均脊椎骨数において個体群間に有意差を示すことから、独立した再生産を維持する個体群であると考えられる。この個体群の分布は両湖沼の周辺にそれぞれ局限されている。残る 2 因子は興部以北の共同漁業権内の漁獲変動および沖合底曳水域の全ての漁獲変動を、北海道沿岸側と沖合側に二分して説明する因子である。この 2 因子がどの産卵個体群と対応するかは、魚群標本を得た索餌水域が因子の境界域に位置している理由もあって、将来の研究にまつべきものと考えるが、本研究でみたデカストリ系のニシンと、従来から存在が指摘されていたタライカ湾系のニシンとの対応で考えるのが最も妥当性が高いかも知れない。日本海から流入する魚群の動き^{2,22)} 沿岸側におけるタライカ湾系以外の魚群の存在⁸⁾ および沖合側とタライカ湾の距離の近さ等を参考にすれば、デカストリ系の魚群は沿岸側に、タライカ湾系の魚群は沖合側に分布するという推論もなり立つと思われる。しかし、沖合水域の 2 因子の分布については実証的証拠を得ている訳ではなく、将来の研究に示唆を与える仮説にとどめるべきものと考ええる。

要 約

1. この研究は北緯度 46 以南のオホーツク海に分布するニシンの系群構造を研究したものである。材料は 7 漁場から集めた 20 の魚群標本と、上記海域の 17 区画における 13 年間の漁獲統計である。
2. 魚群標本の各個体は脊椎骨数と鱗の輪条間距離が調べられ、t 検定と判別分析法により系統が解析された。漁獲統計は相関分析法により、各区画の漁獲変動に影

響する因子が抽出され、魚群標本の解析結果と合せて考察された。結果と考察は次のように要約される。

3. 判別分析および脊椎骨数の t 検定結果から、索餌水域で採取された10標本の所属はTable 4のように判定された。すなわち、デカストリが4, サロマ湖が3, デカストリ, サロマ湖, 能取湖の3系間の混合が2, これら以外の産卵個体群に所属すると考えられたものが1であった。
4. 相関分析の結果, 17区画の漁獲変動を説明する因子数は4と推定された。この中の2因子は、サロマ湖周辺水域および能取湖周辺水域の漁獲量変動をよく説明する。判別分析結果を合せ考えれば、サロマ湖および能取湖に起源するニシンは、互いに独自の再生産単位を構成し、その分布範囲は各湖沼の近接水域に限定されていると考えられた。
5. 他の2つの因子は、46度以南の広範な底曳海域を、北海道沿岸側と沖合側に二分して説明する因子で、デカストリ系の魚群は沿岸側に分布すると考えられた。
6. 厚田の産卵場に起源するニシンはオホーツク海に分布していない。

標本の採取および結果の検討に北海道水産試験場の小島伊織氏、近藤平八氏、佐々木昭氏のご協力をいただいた。また、北海道大学の久新健一郎教授には原稿のご校閲を賜わった。ここに厚くお礼を申し上げる。

データ解析には北海道大学大型計算機センターを使用させていただいた。

文 献

- 1) 北水試, 北水研: 冬ニシン調査報告, 北水試稚内支場・北水研稚内支所, 稚内, 1957, pp. 1-99.
- 2) 北水研, 北水試: 昭和33年度春期沖合ニシン調査報告, 北水研・北水試, 余市, 1961, pp. 1-93.
- 3) 北水研, 北水試: 昭和34年度春期沖合ニシン調査報告, 北水研・北水試, 余市, 1961, pp. 1-88.
- 4) 北水試, 北水研: 昭和34年度冬ニシン調査報告, 北水試稚内支場・北水研稚内支所, 稚内, 1961, pp. 1-56.
- 5) 北水試, 北水研: 昭和35年度冬ニシン調査報告, 北水試稚内支場・北水研稚内支所, 稚内, 1961, pp. 1-42.
- 6) 北水試, 北水研: 昭和36年度冬ニシン調査報告, 北水試稚内支場・北水研稚内支所, 稚内, pp. 1-24.
- 7) 北水研, 北水試: 昭和37年度春期沖合ニシン調査報告, 北水研・北水試, 余市, 1963, pp. 1-69.
- 8) 近藤平八: 北水試報告, (3), 1-18 (1965).
- 9) 菅野泰次: 北大水産い報, 30, 259-271 (1979).
- 10) 三宅一郎, 中野嘉弘, 水野欽司, 山本嘉一郎: SPSS統計パッケージII解析編, 東京経済新報社, 東京, 1977, pp. 84-148.
- 11) P. A. LUCHENBRUCH: 判別分析 (鈴木義一郎・三宅章彦訳), 現代数学社, 東京, 1979, pp. 1-157.
- 12) 中谷和夫: 多変量解析, 新曜社, 東京, 1978, pp. 1-23.
- 13) 芝 順祐: 因子分析法, 東京大学出版会, 東京, 1972, pp. 1-424.
- 14) 板沢靖男: 水産学集成, 東京大学出版会, 1957, pp. 763-795.
- 15) A. J. TANNING: *Nature*, 157, 594-595 (1946).
- 16) W. W. COOLEY and P. R. LOHNES: 行動科学のための多変量解析 (井口晴弘・藤井武久・守谷栄一訳), 鹿島出版社, 東京, 1973, pp. 250-293.
- 17) 藤田経信, 小久保清治: 水産研究彙報, 1, 1-141 (1927).
- 18) 山口元幸: 水産調査報告, 18, 1-290 (1926).
- 19) S. MOTODA and Y. HIRANO: *Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer.* 154, 249-261 (1963).
- 20) 花村宣彦: 北水試月報, 10 (5), 35-44 (1953).
- 21) 北浜 仁, 中山信之: 北水試月報, 15, 470-480 (1958).
- 22) 近藤平八, 中山信之: 北水試月報, 15, 481-494 (1958).
- 23) ア・テ・ドルウジニン: ソ連北洋漁業関係文献集第52集 (木元謙二訳), 北洋資源研究協議会, 東京, 1962, pp. 29-34.
- 24) 飯塚 篤: 昭和40~42年度漁業資源協同研究経過報告第10号, 漁業資源研究会, 東京, 1969, pp. 70-71.
- 25) ゼ・ゲ・イヴァンコヴァ, ベ・エム・コズロフ: 日ソ漁業科学技術協力翻訳印刷文献ニシン編 (平野義見訳), 水産庁, 東京, 1970, pp. 69-80.
- 26) ヴェ・ア・ソコロフ: ソ連北洋漁業関係文献集第52集 (崎浦治之訳), 北洋資源研究協議会, 東京, 1962, pp. 36-46.