



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	噴火湾周辺海域におけるスケトウダラの漁場学的研究. II, 産卵期
Author(s)	前田, 辰昭; 高橋, 豊美; 伊地知, 誠 他
Citation	日本水産学会誌, 42(11), 1213-1221 https://doi.org/10.2331/suisan.42.1213
Issue Date	1976
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/38567
Rights	© 1976 公益社団法人日本水産学会
Type	journal article
File Information	takahashi1-3.pdf



噴火湾周辺海域におけるスケトウダラの 漁場学的研究—II 産卵期

前田辰昭・高橋豊美・伊地知 誠

平川英人・上野元一

(1976 月 5 日 17 受理)

Ecological Studies on the Alaska Pollack in the Adjacent Waters of the Funka Bay, Hokkaido—II Spawning Season

Tatsuaki MAEDA,*¹ Toyomi TAKAHASHI,*¹ Makoto IJICHI*¹

Hideto HIRAKAWA,*² and Motokazu UENO*¹

In a previous paper, the authors reported on the distribution pattern of the Alaska pollack, *Theragra chalcogramma* (PALLAS), which have been found in fairly large numbers during the feeding season in the adjacent waters of the Funka Bay, Hokkaido. In this paper, the distribution, migration, and spawning grounds of the adult Alaska pollack in the spawning season during August 1973 through July 1974 have been examined and is reported.

The spawning season marked by the maturation stage of the gonad in the Alaska pollack lasted during January to March in 1974.

The shoal migrated toward the shallow parts with the progress of maturation of their gonads; they stayed at the front of the cold water mass near the 100 meter depth. The cold water mass in the shallow parts was caused by the cooling in winter and by the upper layer water mass of the Oyashio current, 1974.

The spawning grounds of the Alaska pollack varied with the intensity of cooling in winter and with the upper layer cold water mass of the Oyashio current. In 1954, the main spawning grounds were reported to be inside the Funka Bay, when the sea water temperature of the shallow parts in this region was high, but in 1974 when the sea water temperature of the shallow parts is low, its grounds were at the entrance of the Bay near the 100-120 meter depth.

The sex ratio of the fish in the spawning season varied at each station. The male fish remained for a long time in the spawning grounds, but the female fish migrated to the deep sea areas once spawning was over. Because there were more male fish than female fish at the spawning grounds, the female fish predominated at the feeding grounds in the deep sea areas.

噴火湾とその周辺海域におけるスケトウダラ *Theragra chalcogramma* (PALLAS) は林¹⁾, 辻²⁾によると北海道の襟裳岬以西太平洋海域に棲息する単一の再生産単位に含まれ、他海域の魚群集団とは別個に扱われている。

その漁業は産卵期を中心とした底刺網によつて行われ、北海道の渡島、胆振、日高管内の 1974 年 1 月から同年 12 月に至る漁獲量は 8.1 万 t³⁾ で、それら地域業者にとっては極めて重要な資源である。

*¹ 北海道大学水産学部 (Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate, Japan)

*² 福島県水産試験場 (Fukushima Pref. Fish. Exp. Stat., Onahama, Iwaki, Japan)

著者らは先に⁴⁾無選択性漁具の3枚網を用いて1972年の索餌期におけるスケトウダラ魚群の底棲魚類中に占める数量的な位置づけと、その分布様式について述べた。本報では漁業の対象となる産卵期のスケトウダラがどのような機構のもとに回遊するのかを明らかにするために、1973年8月から1974年7月にかけて産卵期を中心に調査をした。その結果、魚群の生態とスケトウダラの再生産に直接影響する産卵環境について新たな知見を得たので報告する。

本論に入るに当つて海洋観測資料の提供およびスケトウダラ卵の採集に便宜を供された北海道大学水産学部海洋学気象学講座大谷清隆助教授に対し、また本研究の実施に際して種々協力を頂いた同大学調査船うしお丸乗組員の方々に対して謝意を表する。

資料および方法

当海域は Koto⁵⁾、大谷ら⁶⁻⁸⁾が指摘しているように、高温高鹹な津軽暖流水と低温低鹹な親潮水が季節的に交換し、かつ冬期には表面からの冷却、夏期には表面からの昇温が顕著に現われる特徴ある海域である。

本研究ではこうした環境変化とスケトウダラの分布回遊との関連を明らかにするために、北海道大学水産学部調査船うしお丸 97.78 t を使用し、Fig. 1 に示すように水深 500 m (St. 1)、400 m (St. 2)、300 m (St. 3)、200 m (St. 4)、100 m (St. 5)、50 m (St. 6) の 6 定点を設定し、表面から海底までの水温、塩

分および海底から表面までの垂直曳による餌料プランクトン量の調査を行つた。また状況に応じてナイロンテグス 4 号、84 mm 目、50 目掛の長さ 151.5 m (100 間) の網地を 2 つ切りとし、37.9 m (25 間) に位立てたスケトウダラ底刺網を 1 地点 10 反を約 1 昼夜にわたつて設置して漁獲試験を行い、魚群密度を捉えると共に、それによつて漁獲されたスケトウダラについて生物測定をして魚群生態の側面を知るようにつとめた。そしてこれを索餌期の 1973 年 8 月に調査した資料と比較し検討した。

以上の定点調査のほかに、スケトウダラの産卵場を把握するために Fig. 1 に示した各点で口径 45 cm、側長 180 cm、目合 0.328 mm (GG 54) の NORPAC 標準動物プランクトンネットを用い、スケトウダラ卵が表面に多く分布することから海面直下を速力約 2.8 ノットで 3 分間水平曳網してスケトウダラ卵の採集をし、流木による速力測定をして表面水 1 立方メートル当りの卵密度を求めた。また魚探による魚群の分布密度観察をして産卵場推定の手掛りとした。

なおスケトウダラの産卵期を区分するため 1973 年の 11 月、12 月と 1974 年 1 月に漁船が漁獲した標本を買付け測定し、うしお丸によつて漁獲された 1974 年 2 月、3 月、5 月、6 月および 7 月の標本と共に生殖巣の成熟状態を観察した。

結果および考察

生殖巣熟度と産卵期 前報⁴⁾で規定した生殖巣の成熟状態について 1973 年 11 月から 1974 年 7 月に

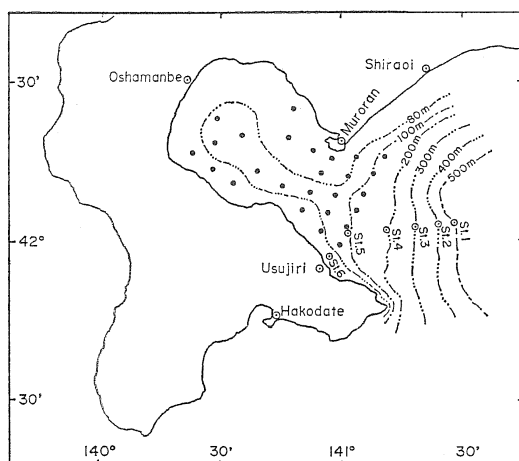


Fig. 1. Sampling stations in the adjacent waters of the Funka Bay during August 1973 through July 1974.

- : Sampling stations of the Alaska pollack eggs and hydrographic stations during February 17~27, 1974.
- : Locations of the bottom gill-net set, sampling stations of the Alaska pollack eggs, and hydrographic stations during August 1973 through July 1974.

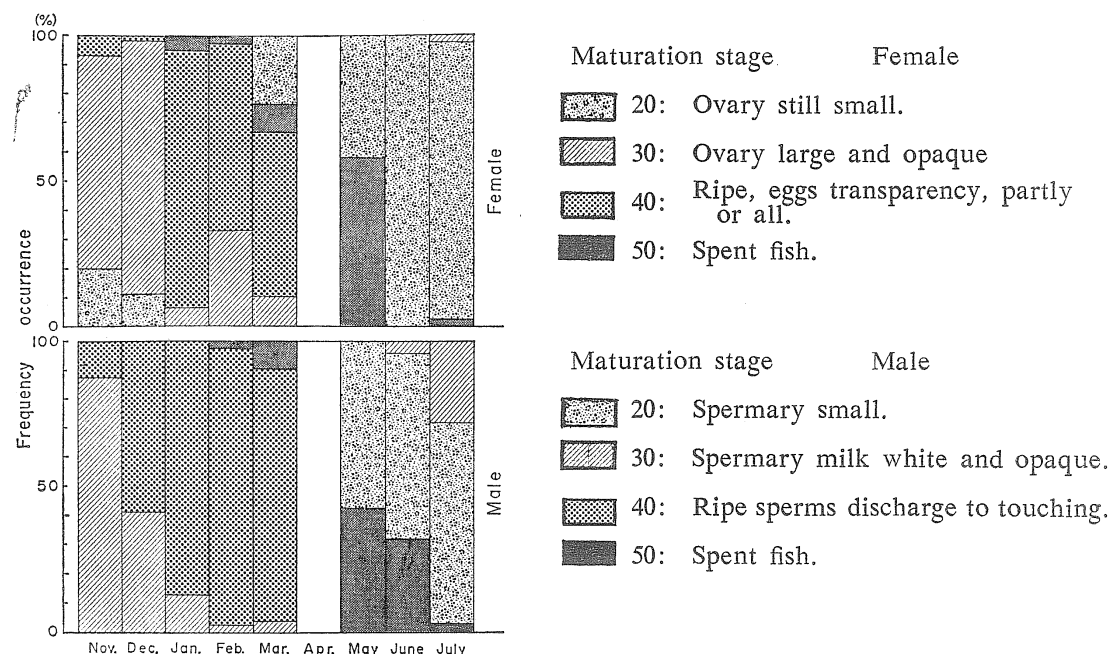


Fig. 2. Seasonal variations of the maturation stage of the adult Alaska pollack during November 1973~July 1974.

至る期間に観察した結果は Fig. 2 に示す通りである。それによると雌の透明卵がみられる Stage 40 の個体出現するのは 11~12 月期には非常に少いが、雄では放精状態にある Stage 40 の出現率が 11 月にすでに 12.5% に達し、12 月には 50% を超えている。このことは雄が雌に比べて先熟であることを示し、ベーリング海東部海域の魚群の生殖巣重量指数のピークが雄の方が雌より早い⁹⁾ ことと共通しており、スケトウダラ産卵生態の一面を示すものと思われる。

産卵は Fig. 2 から分るようになかなか長期にわたって行われるが、Stage 40 の出現率が成魚中の 50% 以上を占める期間を産卵期と見做すと、雌雄が共にその条件を満足するのは 1~3 月となる。これを過去の資料についてみると、1952 年北水研¹⁰⁾が生殖巣の重量指数で示した結果では、1 月から 2 月にかけて指数が増大しているが、3 月には急減しており、1~3 月が産卵期であろうと考えられる。伊藤¹¹⁾は卵の分布調査から 1954 年の産卵盛期を 1 月から 2 月下旬までと推定している。また林¹²⁾は 1963 年から 1964 年漁期について、生殖巣の成熟状態を観察し、雄では 10 月初に成熟個体が現われ、放精直後の個体は 6 月まで見られるとし、雌では 12 月中旬から 3 月下旬に産卵活動をする 個体があつたと 報告している。このようにスケトウダラの産卵期は長期間にわたって行われ、しかも最盛期は年によつて変動することが推察される。

この変動要因としては一般に大型群が小型群より産卵が早いという現象¹³⁾からくる産卵群の年による年令構成の相違や産卵環境の年変化に左右されることが考えられる。また後述するように、生殖巣の成熟 Stage 組成が地点によつて大きく変化することから、産卵期の推定には基本的な問題として標本の採集地点の選定と調査間隔も月単位でなく、旬別程度におさえるなど充分吟味する必要がある。

魚群の分布 産卵盛期にあたる 1974 年 2 月におけるスケトウダラの地点別漁獲量は Table 1 の通りである。それによると索餌期に漁獲が多かつた⁴⁾ St. 3 (300 m) および St. 4 (200 m) の深海部では反当り 6.5 尾、6.8 尾と漁獲が少ない。これに対して索餌期には魚群の分布が全くみられなかつた St. 5 (100 m) では反当り 34.3 尾と多い。しかし St. 5 よりも沿岸部にあたる St. 6 (50 m) では皆無であつた。また魚探による観察でも St. 5 付近で濃密な魚群の反応がみられ、St. 4 および St. 3 では稀薄で、St. 6 では全く魚群が観察されず、底刺網による漁獲が魚群分布の実態をよく反映している。

Table 1. The Alaska pollack caught by the bottom gill-net at the each station during February 17-19, 1974

Number of station	Date	Depth (m)	Position		Number of net cast (Tan)	Number of specimens			C.P.U.E.	Percent of female
			Lat. (N)	Long. (E)		Female	Male	Total		
3	Feb. 17	300	42°-02'6	141°-19'0	10	54	11	65	6.5	83.1
4	Feb. 17	200	42°-02'3	141°-12'4	10	59	9	68	6.8	86.8
5	Feb. 18	100	42°-01'0	141°-01'6	10	145	158	343	34.3	42.3
6	Feb. 19	50	41°-57'0	140°-58'0	10	0	0	0	0	—

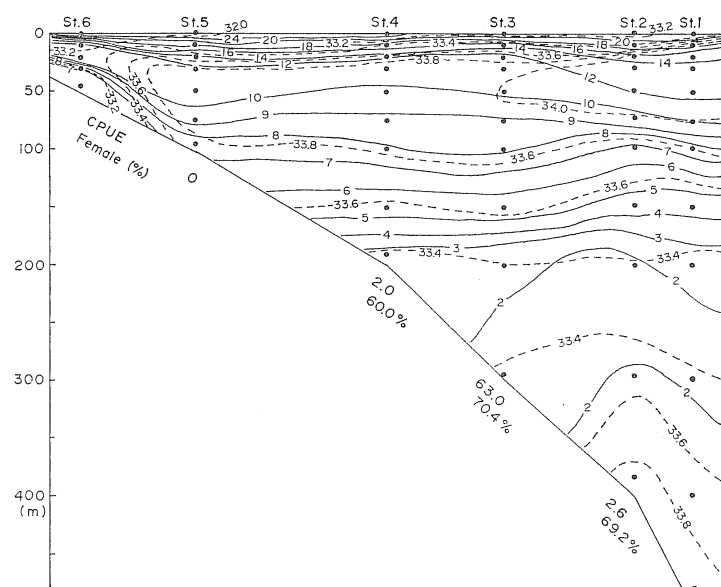


Fig. 3. Distribution of temperature and salinity in a vertical section, and the catch per a tan of the Alaska pollack caught by the bottom gill-net on August 14~16, 1973.

—: Temperature (°C) - - - - : Salinity (‰)

このような索餌期から産卵期への魚群分布の変化は、魚群がもつ摂餌および産卵という生物学的要因のほかに環境要因の変化が考えられる。

Fig. 3 および Fig. 4 は索餌期の 1973 年 8 月と産卵期にあたる 1974 年 2 月の St. 1 から St. 6 に至る水温と塩分の鉛直分布および底刺網 1 反当りスケトウダラの漁獲尾数を示したものである。それによるとこの観測線における 8 月の海況は噴火湾内部と異なり^{7,8)}, St. 1 から St. 3 の 50 m 層を中心とした比較的表面層に塩分 34.00‰ 以上の高鹹な津軽暖流系水がすでに出現しており、これに連なる 33.80‰ 以上の水塊も 100 m 以浅の上層を沖合から沿岸にまで広く分布している。この暖流系水塊は中層にまで影響し 200~320 m 層にみられる 3°C 以下、33.60‰ 以下の親潮系底層水との間に 180 m 層付近で顕著な水塊前線を形成している。

魚群の分布はこうした海況の影響を受け、底刺網による漁獲が St. 4 の 200 m 以深、特に St. 3 の 300 m 地点で反当り 63.0 尾と多い。また魚探観測でも 300 m を中心に反応が多く、200 m 以浅水域では全く反応が現われていない。

親潮系底層水がみられる水深 300 m 付近の水塊内に魚群分布が多いことについては前報⁴⁾でもふれたが、1973 年 8 月も Table 2 に示すようにスケトウダラの主餌料であるオキアミ類 (主として *Euphausia pacifica* HANSEN) と、次いで重要な種である端脚類 (主に *Parathemist japonica* BOVALIUS) の分布量

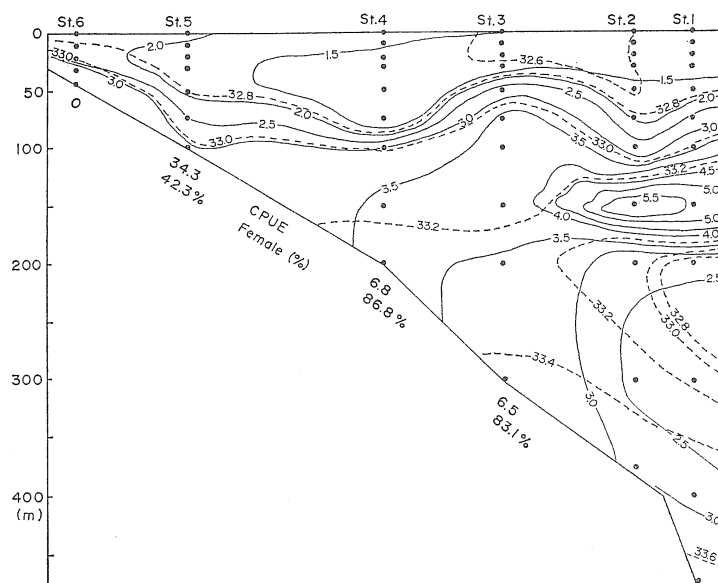


Fig. 4. Distribution of temperature and salinity in a vertical section, and the catch per a tan of the Alaska pollack caught by the bottom gill-net on February 17 ~19, 1974.

—: Temperature (°C) - - - - : Salinity (‰)

が多く、これが魚群の分布に大きく作用している。

これに対して産卵期の 2 月には魚群分布の中心が索餌期の St. 3 (300 m) 付近から St. 5 (100 m) 付近に移動している。スケトウダラは元来深海から浅海に移動して産卵する特性をもっているが、その際夏期に発生した 180 m 層付近の温度や塩分の躍層が障害となる。しかし冬期には表面からの冷却による鉛直混合と津軽暖流系水の後退とによつて躍層が解消されている (Fig. 3, Fig. 4)。そのため生殖巣が成熟して産卵のために深海から浅海に回遊する魚群の行動を容易にしている。そして浅海に來遊した魚群は低温低鹹な親潮系表層水の下層にあたる前線域に至り、その躍層によつて移動を抑制されるため、St. 5 の水深 100 m 付近に濃密群を形成する。したがつて St. 6 の 50 m 地点では魚群の分布がみられない。

産卵場 産卵場の推定には産卵群の密度を捉えるほかに、端的な方法として卵の分布密度からする方法とがある。それらにはそれぞれ得失があり、一方だけで結論を出すことには問題があらう。したがつて本研究では卵の水平分布と魚探による 2 つの方法を用いた。

スケトウダラ卵の表面水 1 立方メートル当りの水平分布は Fig. 5 の通りで、ほぼ噴火湾口部の臼尻と白老を結んだ線上の K 2 から K 6 に至る水深 100~120 m 水域で 300/m³ 個体以上の高密度域がみられた。噴火湾内は全般的に低密度で、地球岬の東側から南側を経て湾内に舌状に伸びている 100/m³ 個体以上の比較的密度が高い水域がみられるにすぎず、森、八雲および長万部沖合では 10/m³ 個体前後と非常に低密度である。

一方魚探反応は K 2, 6, 13 で濃密で、次いで濃い反応は K 3, 4, 5, 12, 14 となつており、マバラな反応が認められたのは K 11 で、他の地点、特に湾内では全く反応がなかつた。このように魚探反応からみた魚群の分布でも湾口部に多く、卵の分布密度とはほぼ一致していた。ただ注意を要することは地球岬東部の K 6 から K 7, K 8 を経て噴火湾内の K 19 に張り出していた卵の高密度域では K 6 以外に魚探反応が全くないことである。これら海域は当漁期を通じて魚探を利用して操業する漁船が見当らなかつたことから考えても、これらの卵は湾内で産出されたものではなく、湾口部から親潮系表層水によつて移送されてきたものと推定される。それは同時に観測した大谷の資料¹⁴⁾で、表面水の塩分が卵密度が高い水域では 32.8‰ 台と他水域の 32.90‰ 以上の水帯より低塩分になつていることから立証され、スケトウダラ卵稚魚の発

Table 2. Wet weight (g) of zoo-plankton obtained with a plankton net tow from the sea-bottom to the sea surface at the each station on August 1973 and February 1974

Month	1973, August						1974, February					
Station	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Specis	Depth (m)											
	500	400	300	200	100	50	500	400	300	200	100	50
Euphausiids	0.35	0.10	1.08					0.22	0.16	0.10	0.08	
Amphipods	0.81	0.28	0.82					0.14	0.01			
Copepods	9.40	3.99	1.34					0.36	0.03	2.41	0.47	0.02
Sagitta sp.	0.90	0.27	0.55			0.07		0.36	0.08	0.09	0.05	0.04
Other	0.94	0.30	0.22	0.96	0.38	0.07		0.25	0.02	0.01	0.07	0.03
Total	12.40	4.94	4.01	0.96	0.38	0.14		1.33	0.30	2.61	0.67	0.09

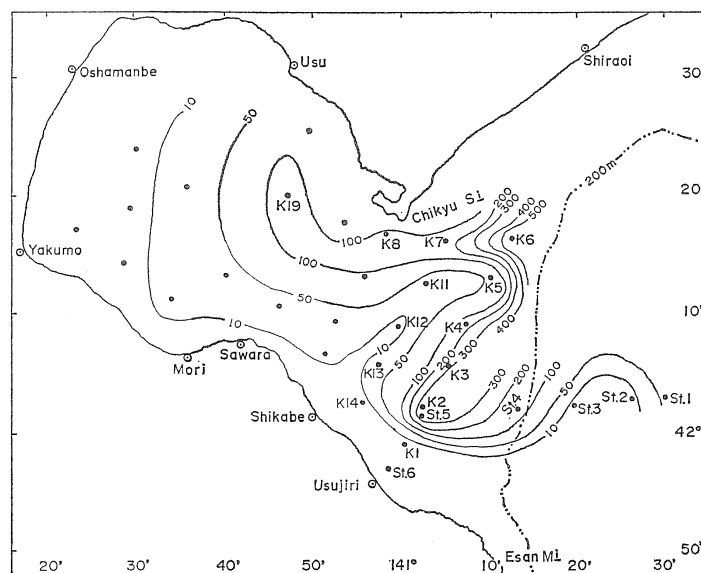


Fig. 5. Number of the Alaska pollack eggs per cubic meter obtained with a plankton net tow at the sea surface during February 17~27, 1974.

生成育機構の一端を現わしているものと理解される。また K 13 を中心とした鹿部沖合でも濃い魚探反応が確認されたにも拘らず、卵の分布が少く、産出された卵が流によつて他水域に移送された結果であろうと考えられる。

以上の結果から卵の分布密度が高い場所が即産卵場であるという思考はほぼ妥当性を持つであろうが、詳細にみた場合には充分検討する必要がある。

これまで当海域の主産卵場は大東ら¹⁵⁾、伊藤ら¹¹⁾および林¹⁾等の報告に示されているように、噴火湾内に形成されると一般に言われているが、1974年にはこれまでの知見とは異なり、卵の密度や魚探反応からみた魚群の分布から明らかなように湾口部に形成された。

つぎにこのような産卵場の変化が何故おこるのかということについて考察しよう。

スケトウダラは一般に日中は海底付近に沈降しているが、夜間は中層に浮上するという日周運動をする¹⁶⁾。こうした魚群生態は当海域でも魚探の反応に現われ、その範囲は海底から 50~60 m 層迄の間に多くみられる。そのため魚群の水平分布や移動と海況との関連を捉える手法としては、海底の温度および塩分の分布を

みるよりはスケトウダラの産卵環境としての悪条件となる 2°C 以下¹⁷⁾ の表面からの過度の冷却による冷水帯や寒冷な親潮系表層水の影響を受け易く、かつ魚群の日周運動帯に当る海底から 50 m 層の海況と対比することが適当であろう。したがって 1972 年 2 月に観測した大谷¹⁴⁾ の海況資料に基づいて海底から 50 m 層の海況を Fig. 6 に示した。それによると K 3 から K 6 に至る水域は低温低鹹な親潮系表層水の前線域であり、K 12 から K 14 にかけては津軽暖流系水として秋口から噴火湾に流入して冬期間に湾内で冷却された低温高鹹な水塊前線になつている。そのため魚群が沖合から接岸する際にはこの前線帯に直面することによつて恰好の停滯水域として濃密群を形成し、かつ前線域の沖合側が水温 $2.5^{\circ}\sim 4.0^{\circ}\text{C}$ と産卵に適した水帯であるために産卵場として利用されているものと推察される。

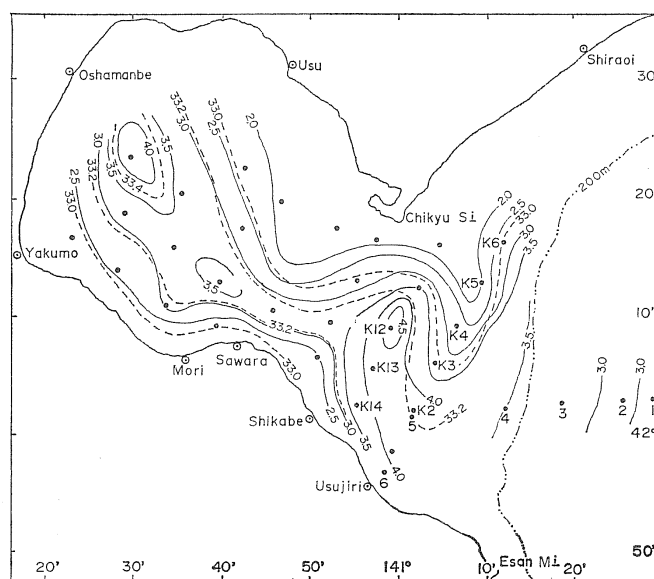


Fig. 6. Horizontal distribution of the water temperature and salinity at the 50 meter level from the sea bottom during February 17~27, 1974 (OHTANI 1974).

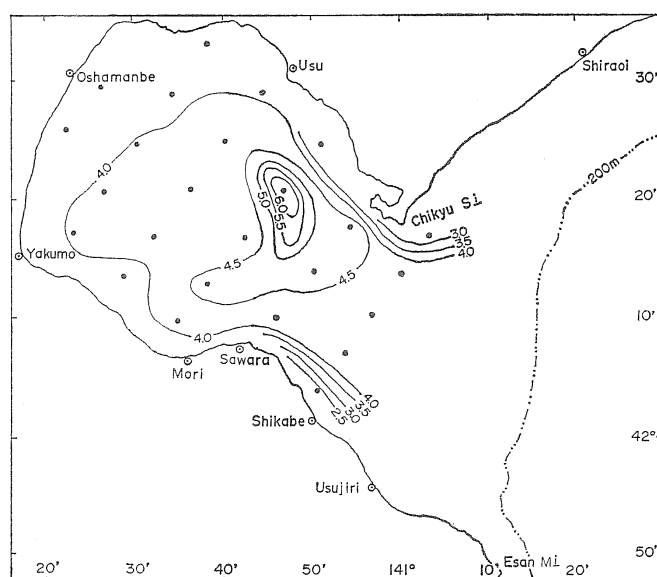


Fig. 7. Horizontal distribution of the water temperature at the 50 meter level from the sea bottom during February 1~5, 1954 (Iro *et al.* 1955).

これに対して 1954 年の場合¹⁴⁾は 1974 年と同一方法で画いた Fig. 7 から明らかなように、魚群の回遊を制約する要因となる冷水前線がなく、環境的には魚群が産卵のために湾内に進入し易い海洋構造になっている。

以上のことから産卵場は年によつて変化し、それは冬期における表面からの冷却と親潮系表層冷水塊の強さによつて支配される。

スケトウダラは根付き魚群と違つて回遊性魚類で、かつ卵が分離浮遊卵であるためにベーリング海東部の場合^{9,13)}と同様、環境特に水温の変化に対応して産卵場を選択していると言えよう。したがつて当海域では噴火湾内の水温が低く、親潮系表層水の張り出しが強い低温年には産卵場が噴火湾口部に、高温年には湾内に形成されるものと推定される。

なおこのような産卵場の変化や産卵環境の変動がスケトウダラ卵や稚魚期の減耗および生態にどのような作用を及ぼすのかという点については、今後研究を進めて行く過程で明らかにしてゆきたい。

深度別の雌雄比と生殖巣熟度 Fig. 8 は 1974 年 2 月におけるスケトウダラの地点別の雌雄比と生殖巣の成熟度別の割合を表示したものである。性比は Table 1 から明らかなように、漁獲が多くかつ卵の分布密度が高い St. 5 の水深 100 m の産卵場で雌の割合が全漁獲尾数の 42.3% と雄より少く、漁獲が少ない St. 4 の 200 m の地点や St. 3 の 300 m 地点では逆に雌が 86.8% および 83.1% と圧倒的に多くなつており、地点による性比の変化が極めて顕著に現われている。

つぎに生殖巣の成熟度についてみると、産卵中の Stage 40 は雌雄共に St. 5 の 100m 地点の産卵場で卓越し、St. 4, St. 3 と産卵場から離れるに連れて次第に減少している。産卵を終えた Stage 50 は St. 3 の 300 m 地点において特に多いのが目立ち、産卵場の St. 5 には殆んどみられず、Stage 40 と好対照を示している。また産卵前期の Stage 30 は St. 4 の 200 m 地点で最も多く、St. 3 の 300 m 地点でも比較的高い出現率を示しているが、産卵場の St. 5 では特に少ない。

このような現象は産卵期における魚群生態の一面を示唆するものと考えられ、魚群の移動という観点から検討してみよう。

産卵場におけるスケトウダラの性比は石田¹⁸⁾、尾形¹⁹⁾によると時期、場所あるいは漁法等によつて変化があるとされているが、北海道の日本海岸において魚探観察した高倉²⁰⁾、斉藤²¹⁾らの報告では雌と雄が垂直的に層状に分かれて成群し、完熟卵をもつた雌が底層に、完熟した雄が中層に分布し、その二層状態で産卵が行われるものと一般に考えられている。しかし当海域では産卵場の中心部である St. 5 の魚探反応にはそのような層状分布が認められず、海底に設置した底刺網の漁獲物でも雄の方が雌よりも多く、北海道の日本海岸のような産卵生態は考えにくい。つまり当海域ではスケトウダラの雄は雌より生殖巣の成熟が早く、雌より先に浅海の産卵場に回遊して繁殖行動に入るものと思われる。他方雌は産卵前期から産卵期に沖合の 300 m 付近に多く棲息しているが、生殖巣の成熟に伴つて 200 m 付近へと接岸行動に移り、Stage 40 の透明卵をもつようになると産卵場に入る。そして雄が多い産卵場に停滞し、産卵を終えた個体から順次餌生物

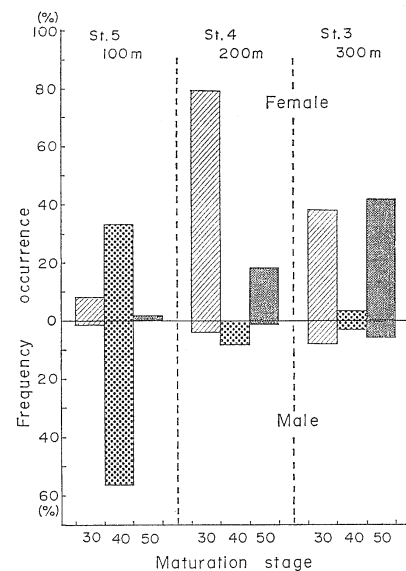


Fig. 8. Maturation stage of the gonad and sex ratio of the Alaska pollack at the fishing station during February 17~19, 1974.

▨ : Stage 30
 ▤ : Stage 40
 ▩ : Stage 50

が多い沖合に移動するものと推定される。また雄の産卵への参加が雌に比べて長いことも産卵場における雄の割合を高めている要素と考えられ、Fig. 4 の 2 月における 300 m 付近の雄の割合が Fig. 3 の 8 月に比べて減少していることから推察され、ベーリング海東部の場合と同じ傾向がみられている。

要 約

1. 1973 年 8 月から 1974 年 7 月に噴火湾周辺海域において底刺網による漁獲試験、魚探の利用、スケトウダラ卵の採集、海洋観測等を行い、産卵期を中心としたスケトウダラの分布回遊を明らかにした。
2. 生殖巣の成熟 Stage からみた 1974 年の産卵期は 1 月から 3 月であつた。
3. 魚群は生殖巣の成熟に連れて、索餌期に棲息していた水深 300 m 付近の餌生物が多い親潮系底層水域から浅海域に産卵のため回遊し、表層からの冬期冷却と寒冷な親潮系表層水の影響によつて 100 m 付近に発生した冷水前線に停滞した。
4. 産卵場は冬期間の冷却と親潮系表層冷水塊の強さによつて変化する。中心部は浅海域の水温が高かつた 1954 年には噴火湾の内部にみられたが、水温が低かつた 1974 年には湾口部の水深 100~120 m 付近に形成された。
5. スケトウダラ卵の水平分布密度は魚探反応による魚群密度とほぼ一致している。しかし地球岬付近では噴火湾口部で産み出された卵が親潮系表層水によつて噴火湾内に移送されており、卵の水平分布から産卵場を推定する場合には産卵群の分布や海流を考慮することが必要である。
6. 産卵期における性比は各地点によつて変化している。雄は産卵場に長く留まるが、雌は産卵を終えると深海域に回遊する。したがつて産卵場においては雄が雌より多く、深海域の索餌場では雌が卓越している。

文 献

- 1) 林 清：昭和 44 年度漁業資源研究会議底魚分科会北部ブロック会議議事録，水産庁漁業資源研究会議，余市，1970，pp. 60-71.
- 2) 辻 敏：本誌，38(4)，383-388 (1972).
- 3) 農林省北海道統計情報事務所：北海道農林水産統計年報（水産編）昭和 49 年，札幌，1976，pp. 64-73.
- 4) 上野元一・中村秀男・前田辰昭・平川英人：本誌，41(12)，1237-1245 (1975).
- 5) H. KOTO: *Memoirs of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University*, 13(2), 65-78 (1965).
- 6) 大谷清隆・秋葉芳雄：北海道大学水産学部研究彙報，20(4)，303-312 (1970).
- 7) 大谷清隆：同誌，22(1)，58-66 (1971).
- 8) 大谷清隆・秋葉芳雄・吉田賢二・大規知寛：同誌，22(2)，129-142 (1971).
- 9) 前田辰昭：本誌，38(4)，362-371 (1972).
- 10) 北水研・北水試・北海道区底魚資源研究集団：北海道資源調査要報，6，135 (1953).
- 11) 伊藤小四郎・藤田 忠・林 成治・安川雅夫：北海道孵化場報告，10，133-144 (1955).
- 12) 林 清・北浜 仁・鈴木梅二・遠藤 昇：北水試月報，25(8)，2-11 (1968).
- 13) 前田辰昭：水産海洋研究会報，19，15-32 (1971).
- 14) K. OHTANI: *Data Report of Funka Bay Studies R.V. Ushio Maru No. 1*, The group of Funka Bay Studies, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, 1-10 (1974).
- 15) 大東信一・藤田 忠：北海道孵化場報告，8 (1-2)，109-117 (1953).
- 16) 前田辰昭：ベーリング海およびカムチャッカ半島周辺海域のスケトウダラ資源の系統群の解明に関する研究，北水研他，余市，1973，pp. 89-95.
- 17) 前田辰昭：資源生物論，東大出版会，東京，1974，pp. 99-106.
- 18) 石田昭夫：北水研・北水試・北海道区底魚資源研究集団，北海道区資源調査報告，1，50-69 (1956).
- 19) 尾形哲男：日水研研究報告，4，93-139 (1956).
- 20) 高倉輝男：本誌，20(1)，10-12 (1954).
- 21) 斉藤市郎・浦口喜博：北部日本海深海魚田調査報告，4，24-31 (1953).