

# 北太平洋におけるアラスカメヌケの 漁業生物学的研究\*

千 国 史 郎  
(遠洋水産研究所)

## Biological Study on the Population of the Pacific Ocean Perch in the North Pacific

Shiro CHIKUNI  
(Far Seas Fisheries Research Laboratory)

The stock of the Pacific ocean perch in the North Pacific began to be utilized in 1946 by small trawl fishery in the coastal waters in the North America. In early 1960's deep sea trawl fisheries by U.S.S.R. and Japan began to operate the Pacific ocean perch fishery on a large scale. The total amount of annual catch, after increasing up to 520 thousands of metric tons in 1965, decreased and is about 1/4 level of the peak in recent years (Table 1 and Fig. 2). The status of the stock in recent years was supposed to be in bad condition. The scientific background of the species for management of the stock, however, has not been yet arranged enough because the history of the exploitation itself is rather new.

In this report, the author presents the result of the study on biology of the Pacific ocean perch in the North Pacific, and also discusses some problems on the management of the stock and a possibility of the future sustainable production by the fishery.

Regions and areas in the North Pacific are defined in this study as shown in Fig. 3.

- 1) The Pacific ocean perch (Fig. 1), *Sebastes alutus* is a species of the family Scorpaenidae and is widely distributed on the continental slope in the North Pacific from off California to off the Kurile Islands through off the Aleutian archipelago and Bering Sea (Table 4, Figs. 6,7,8, and 9).
- 2) After investigation on length composition (Figs. 10, 11, 12), growth characters, fecundity, variation of year-class strength, and the oceanographic conditions (Figs. 13 and 15), such four stocks as described below are discriminated in this study (Fig.14).
  - (1) Gulf of Alaska stock; inhabits in the Gulf of Alaska, there is little chance to have immigrant from the other stocks.
  - (2) Eastern Pacific stock; inhabits from off British Columbia to off California, is almost independent of the other stocks.
  - (3) Aleutian stock; inhabits off the Aleutian archipelago, receives some amount of immigrant in early life stage from the Gulf of Alaska stock.
  - (4) Eastern Slope stock; inhabits on the continental slope from the southeastern Bering Sea to the Kurile Islands through east coast of the Kamchatka, receives immigrants

\* 1975年4月21日受理 遠洋水産研究所業績 第136号

in early life stage from both Gulf of Alaska and Aleutian stocks. The fish in the waters from off the Kamchatka to the Kurile Islands is very sparse.

- 3) The scale of Pacific ocean perch is of ctenoid and annual rings which are composed of close grained ridges are recognized on the surface (Figs. 16 and 17). The scale can be evaluated as an appropriate material for not only age determination but also for growth study of the fish since stable allometry is observed in the relationship between scale size and body length.
- 4) LEE's phenomenon is obviously recognized in the relationship between age and radii of annuli (Fig. 19). The author supports the hypothesis that the phenomenon is due to the effect of fishing selectivity. Namely, the author considers that the LEE's phenomenon appears on the sample materials through such two different ways as; (1) the relative decrease of the number of well-grown fish in the exploitable stock due to the long term accumulated effect of fishing selectivity and, (2) the bias appeared in the sample of young fish, i.e., the well-grown fish is apt to be caught by means of the selectivity of the gear used for the collection of sample specimens.
- 5) Although the span of life is very long, the size of the fish is not so large because the growth is relatively small as a whole. The longevity is estimated to be 25 years for every stock as well. The difference in growth by sex is small.

The growth of fish is the biggest in the Eastern Pacific stock, two stocks in the Bering Sea follow, and it is the smallest in the Gulf of Alaska stock (Tables 5, 6, 8, and Fig. 24). The difference in the condition of prey and the water temperature in habitat are considered to cause the difference in the magnitude of growth among stocks.

- 6) The fish change their growth pattern in accordance with growth. The shift of the growth pattern of individual fish takes place suddenly at some time during ages 3-5.

The relationship between age and fork length is estimated for the Gulf of Alaska stock as,

$$l_1 = 28.98(1 - e^{-0.3408(t-0.1908)}) \quad t \leq 4.6$$

$$l_2 = 41.13(1 - e^{-0.1043(t+3.0046)}) \quad t > 4.6$$

where  $l_1$  and  $l_2$  denote fork length in cm and  $t$  denotes age (Table 5 and Fig. 18). For two stocks in the Bering Sea, the following relationships are obtained (Table 6, Figs. 20, 21, and 22).

$$l_1 = 27.80(1 - e^{-0.3061(t+0.0529)}) \quad t \leq 3.0$$

$$l_2 = 45.84(1 - e^{-0.1055(t+1.3085)}) \quad t > 3.0$$

- 7) The author assumes that the fish, after spending their larval and juvenile stage up to ages 3-5 in the surface of the sea or the mid-water near the surface and in the mid-water respectively, shift their habitat to the bottom of the sea. The shift in growth pattern is considered to be occurred in response to the transition of their habitat. After they come down to the bottom of the sea, they inhabit mostly on the continental slope in 200-300 m depth, and do not move greatly.

The shift in both habitat and growth pattern observed in the Pacific ocean perch is considered to be a general character of the most of *Sebastes* spp. in the North Pacific (Figs. 41 and 42).

- 8) The variation of growth by individual fish is considerably large, and a large difference in body length appears already in young period up to ages 5-7 (Fig. 26). The length compo-



sition by age shows a nearly normal-distribution (Table 9) and a direct proportional relationship is recognized between age and the standard deviation of length composition by age (Table 10 and Fig. 27).

- 9) The relationship between age and body weight differs markedly by stock (Table 11 and Fig. 30). It is the largest in the Eastern Pacific stock, two stocks in the Bering Sea follow, and it is the smallest in the Gulf of Alaska stock. The difference in body weight seems to be originated from the same reason as the difference in body length.
- 10) The fish in every stock begins to mature from age 5 and all individuals finish their sexual maturation at age 9. The age at mature can be defined to be 7 which is the age when 50% of individuals have been mature.
- 11) The Pacific ocean perch is a ovoviviparous fish. The copulation is supposed to take place during October-February, the eggs which might be fertilized during December-March finish their development in 2-3 months thereafter, then the spawning takes place during March-June (Figs. 31,32,33,34,35, and Table 12). The larvae hatch out immediately after the spawning and they can keep their attitude by themselves at once, however, it seems to take considerably long period for larvae to be capable of intentional swimming.
- 12) There are great differences among the relationship between age and the fecundity of individual fish of each stock (Table 13 and Fig. 38). The fecundity is the largest for the Eastern Pacific stock (e.g. 124,000 eggs at age 15, 205,000 at 20), the two stocks in the Bering Sea follow (75,000 eggs at age 15, 122,000 at 20), and the smallest for the Gulf of Alaska stock (33,000 eggs at age 15, 48,000 at 20).
- 13) The feeding activity varies remarkably by season (Table 14, 15, Figs. 39, and 40). The fish feed actively in summer but hardly feed in winter. Crustacean mostly composed of Euphausia is predominant in the prey species. Lanternfish, pollock, and smelts are also found in the prey.

While the composition of prey in the Gulf of Alaska region is rather simple because of the overwhelming dominancy of Euphausia, the situation is much more complicated in the Bering Sea region because fishes and crustaceans other than Euphausia occupy relatively large portion of the prey (Figs. 39 and 40). These differences in the condition of prey by region are considered to be the major reason of the difference in growth by stock.

- 14) The density index of each stock is estimated from the catch per unit effort of the standard vessel size of the standard gear. Correction was made on the apparent bias of the catch statistics originated from the mingling of the effort data expended to the other target species (Tables 18,19,20,21,22, Figs. 45,46,47,48,49,50,51,52,53, and 54).

Annual change in the density index shows that the abundance of every stock decreased in late 1960's (Table 23, Figs. 55, and 56). The decreasing tendency has stopped in the Eastern Pacific and Eastern Slope regions in recent years, but it is still continuing in the Gulf of Alaska and Aleutian regions.

- 15) An iterative calculation method with a computer is adopted to estimate age composition by means of the age-length key and the observed length composition (Table 24, Figs. 57, 58, and 59).
- 16) Annual change in age composition of the catch shows that the catch has become younger in recent years in every region except the Eastern Pacific (Figs. 60 and 61). This phenomenon indicates the facts that the older fishes decreased in the exploitible stock, and that

the fishery began to depend more on younger fish. The dominant year classes of 1961 and 1962 are observed in the Eastern Slope and the Aleutian regions (Fig. 61).

- 17) The natural mortality coefficient ( $M$ ) and the catchability coefficient ( $q$ ) are estimated from the correlation between the total mortality coefficient ( $z$ ) and the over-all fishing intensity ( $f$ ), where  $f$  is measured in thousands of hauling hours (Figs. 62 and 63). The results obtained by region are as follows;

Gulf of Alaska region	$z=0.193+0.0115f$
Eastern Pacific region	$z=0.227+0.0362f$
Eastern Slope region	$z=0.271+0.1095f$
Aleutian region	$z=0.424+0.0436f$

while the constant and the regression coefficient in the above equation indicate  $M$  and  $q$  respectively (Figs. 64 and 65).

The difference in the relationship by region is supposed to be originated from the difference in natural enemy, extent of habitable area and fishing ground.

- 18) As to maintaining the level of stock, unfavorable and cautious phases of the fishery can be identified in connection with the combination between fishing coefficient ( $F$ ) and age at first capture ( $t_c$ ) on the isopleth diagrams of the yield ( $Y$ ) combined with that of the number of eggs spawned ( $B$ ). That is, on the diagrams of  $B$ , the zone in which the number of eggs decreases less than 1/3 of the virginal status of the stock is considered to be the unfavorable phase, while the zone between 1/2 and 1/3 to be the cautious phase (Figs. 66 and 67).

The actual locus of the fishery in the past shows that the fishery in every region operated in the cautious or unfavorable phases for a several years (Table 25, Figs. 68, and 69). It is necessary in every region except the Eastern Pacific that age at first capture should be made 1-2 years older than that of recent years in order to achieve the effective sustainable yield.

- 19) The catchable stock size of each stock is estimated from the age composition of the catch and the rate of exploitation. The Gulf of Alaska stock has eminently large size, the Aleutian and the Eastern Pacific stocks follow, and the Eastern Slope stock has the smallest size (Fig. 70).

The stock size in every region decreased in late 1960's and the size in recent years shows about 1/2 of the high level in the past.

- 20) Actual recruitment to the exploitable stock occurs in relatively old ages with wide range (e.g. ages 6-15) (Figs. 71 and 72). The past catch of the fishery of every stock exceeded the sustainable yield which is expected from the average number of recruitment for several years (Figs. 73 and 74).

The status of every stock of the Pacific ocean perch in the North Pacific are considered to be in bad condition judging from the information obtained in this study. Several measures should be put into action at once in order to recover the status of stocks. Namely, the allowable catch in the Gulf of Alaska region should be reduced within the sustainable yield expected from the recruitment in recent years; that in the other regions should be kept within the catch level of recent years; and the age at first capture in every region except the Eastern Pacific should be made 1-2 years older than that of the recent years. And

then, the status of the stock should be watched carefully so as the additional measures to be carried out if necessary.

After the status of the stocks is recovered through these measures, such effective sustainable yield can be expected as 150,000 m. t. for the Gulf of Alaska stock, 33,000 m. t. for the Eastern Pacific stock, 75,000 m. t. for the Aleutian stock, and 32,000 m. t. for the Eastern Slope stock respectively. The total amount of the sustainable yield in the North Pacific can be expected to be about 300,000 metric tons annually.

Japan, U. S. S. R., U. S. A., and Canada have no consistent international organization in connection to achieve the effective management of the Pacific ocean perch stock. The author believes that the multi-nations who are interested in utilizing the Pacific ocean perch stock in the North Pacific should have a united organization together and accomplish the co-operation in the scientific research and effective management of the fishery.



## 目 次

緒 言	8
I 資料と方法	11
1 水域の区分	11
2 漁獲物体長組成資料	12
3 生物学的測定標本	13
4 漁獲統計資料	14
II 種の記載と分布	15
1 分類学上の位置	15
2 形態の概要	16
3 近 縁 種	17
4 分布と生息水域	17
III 種の生態学的な特徴	20
1 系統群とその相互の関係	20
1.1 漁獲物体長組成の水域による異なり	21
1.2 生長の海域による異なり	23
1.3 よう卵数および年級変動の海域による異なり	23
1.4 海洋環境条件と系統群の関係	24
1.5 系統群についてのまとめ	25
2 生 長	27
2.1 年令形質と年令査定	27
2.2 年令と体長の関係	29
2.2.1 アラスカ湾海域	29
2.2.2 ベーリング海海域	32
2.2.3 東太平洋海域	37
2.2.4 海域間の比較	37
2.2.5 アラスカメヌケに現われた LEE 現象について	39
2.2.6 年令別体長組成	42
2.3 年令と体重の関係	43
2.3.1 体長と体重の関係	43
2.3.2 年令と体重の関係	45

3 繁殖	46
3.1 性成熟の季節のリズム	46
3.2 交尾, 卵発生, および産卵	49
3.3 成熟体長と成熟年令	52
3.4 よう卵数と産出仔魚数	53
4 摂餌	55
5 生活史の概要	60
IV 資源の変動	64
1 資源豊度の経年変化	64
1.1 漁獲量の変遷	64
1.2 資源密度指数の推定	67
1.2.1 標準漁法と標準船型の設定	67
1.2.2 アラスカメヌケの漁獲割合による補正	69
1.3 資源密度指数の経年変化	75
2 年令組成の経年変化	77
2.1 年令組成の推定	77
2.2 年令組成の経年変化	80
3 自然死亡係数と漁獲能率の推定	83
4 等量曲線図による解析	87
4.1 漁獲量と産出仔魚数	87
4.2 持続的な等漁獲量曲線と漁業の軌跡	90
5 漁獲対象資源量および加入量の経年変化	93
5.1 漁獲対象資源量の経年変化	94
5.2 加入重量と加入尾数の経年変化	95
5.2.1 加入のパターンと加入重量	95
5.2.2 加入尾数と期待される持続的生産量	96
V 考察	98
要約	100
引用文献	102
附表	106

## 緒 言

北太平洋におけるアラスカメヌケ *Sebastes alutus* (GILBERT) (Fig. 1) は、大きな生息量をもつ優占種であるにもかかわらず、漁業の対象にされるようになったのは比較的近年である。アメリカ合衆国沿岸の小規模なトロール漁業によって 1946 年に開始されたアラスカメヌケ漁業は、その後の 15 年間に次第に発展したが、その変化はゆるやかで、年々の漁獲量は数千トンに過ぎなかった。1960 年代に入って、ソ連および日本の遠洋トロール漁業が大規模な操業を始めてから、漁獲量は急増し、1965 年における漁獲量は 52 万トンに達した (Table 1, Fig. 1)。その後漁獲量は急激に減少し、近年は最高時のほぼ半分の水準になっている。このように、わずか 10 年の間に漁獲量が激しく変化したという経過は、他にあまり例をみない特異な資源開発の歴史である。その急激な変化は、主としてソ連の漁業によって生じた。

ソ連および日本の遠洋漁業による上記のような大規模な開発は、沿岸国であるアメリカ合衆国とカナダに強い刺激を与えた。日本、合衆国、およびカナダの 3 カ国で構成している北太平洋漁業国際委員会は、1968 年に、北太平洋のアラスカメヌケを共同保存の研究対象魚種としてとり上げ、それ以来資源の評価についての議論が 3 カ国の間で行なわれて来た。アラスカメヌケの膨大な漁獲をあげたソ連は、上記の委員会に加盟していない。合衆国とソ連、カナダとソ連の間では別々に結んだ漁業協定にもとづいて、アラスカメヌケの資源保存

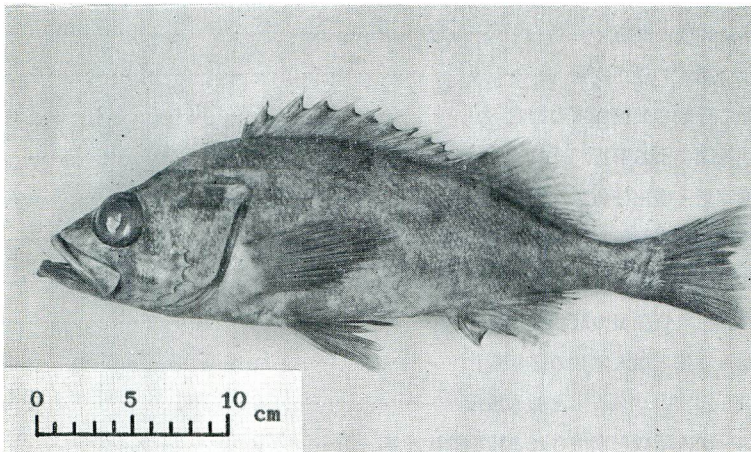


Fig. 1. Pacific ocean perch, *Sebastes alutus* collected from the North Pacific.



についての協議が行なわれている。このように、北太平洋のアラスカメヌケ資源を利用している4カ国がひとつの卓につかず、部分的に分割された別々の機構を持っている事は、決してよい事ではない。このことが、資

**Table 1.** Catch statistics of Pacific ocean perch in thousands of metric tons by nation and by region in the North Pacific through 1972.

Year	Nation				Region		
	Japan	U. S. S. R.	North American Fishery		Bering Sea	Northeast Pacific	Total
			U. S. A.	Canada			
1946	—	—	0.0	—	—	0.0	0.0
1947	—	—	0.1	—	—	0.1	0.1
1948	—	—	0.1	—	—	0.1	0.1
1949	—	—	0.5	—	—	0.5	0.5
1950	—	—	0.7	—	—	0.7	0.7
1951	—	—	0.8	—	—	0.8	0.8
1952	—	—	2.9	—	—	2.9	2.9
1953	—	—	2.8	—	—	2.8	2.8
1954	—	—	5.0	—	—	5.0	5.0
1955	—	—	2.4	—	—	2.4	2.4
1956	—	—	3.8	—	—	3.8	3.8
1957	—	—	3.7	—	—	3.7	3.7
1958	—	—	2.7	—	—	2.7	2.7
1959	—	—	4.0	—	—	4.0	4.0
1960	1.1	5.0	4.4	—	6.1	4.4	10.5
1961	13.0	50.0	5.8	—	47.0	21.8	68.8
1962	13.1	72.0	8.3	—	20.1	73.3	93.4
1963	24.6	157.0	11.2	—	45.3	147.5	192.8
1964	56.2	302.5	10.0	—	118.0	250.7	368.7
1965	86.0	420.0	14.3	—	127.2	393.1	520.3
1966	114.1	248.0	12.3	—	111.2	263.1	374.4
1967	106.5	157.2	7.3	—	80.6	190.5	271.1
1968	128.7	98.4	6.9	—	82.0	152.1	234.1
1969	98.6	46.2	1.5	6.0	53.1	99.3	152.4
1970	75.1	56.1	2.1	6.8	76.6	63.5	140.1
1971	74.3	40.3	1.3	4.5	31.5	88.9	120.4
1972	74.7	51.4	2.3	4.3	39.6	93.1	132.7

源の調査と研究を推進し資源の管理方策を講ずる際の、大きな障害となっている。

1966年以降アラスカメヌケの総漁獲量は低下を続け、資源の状態は悪くなったと予測されたために、関係国は上記の諸機構における国際的な協議を経て、いくつかの漁業規制を実行に移すこととなった。しかし、資源の管理方策をたてるに当たっての科学的な基盤は、漁業および研究の歴史が短かいため、まだ十分に整えられていなかった。そのため、現在とられている規制は応急の措置でしかない。このような状況下において、北太平洋におけるアラスカメヌケの漁業生物学的研究を行なう事は、大変重要で急を要する事と考えられる。

本論文においては、北太平洋のアラスカメヌケについてその開発の歴史をふり返り、日本の漁業が漁獲を始めて以来収集して来た各種の資料によって生態学的な特徴のいくつかを明らかにし、得られた知見にもとづいて資源の変動を解析した。更にこの研究で得られた成果を総合し、資源の管理方策と漁業の将来について考察を行なった。

本研究のとりまとめに対して懇切な御指導を戴き本論文の御校閲を戴いた東京大学教授海洋研究所長西脇昌治博士に厚く御礼を申し上げる。この研究を実施する機会を著者に与えられて御指導を戴いた前水産庁遠洋水産研究所長木部崎修博士、研究を実施して来たなかで御指導や有益な御助言を戴いた水産庁遠洋水産研究所長福田嘉男博士ならびに水産庁東海区水産研究所企画連絡室長土井長之博士にも厚く御礼を申し上げる。

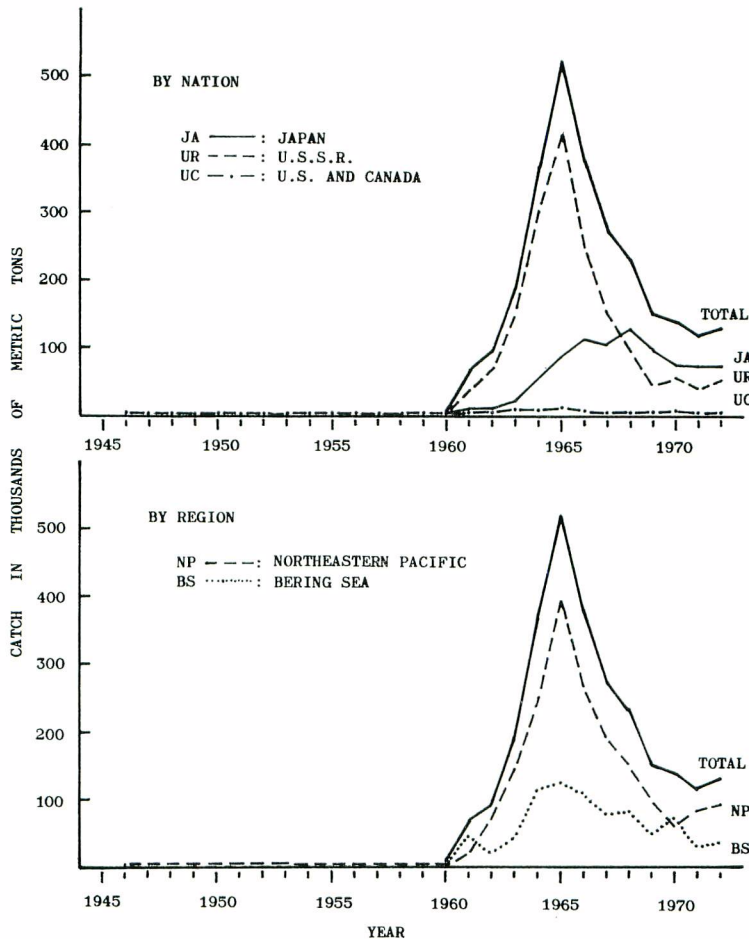


Fig. 2. Catches of Pacific ocean perch by nation and region in the North Pacific through 1972.

また、水産庁遠洋水産研究所北洋底魚資源研究室長高橋善弥氏始め同研究室の各位には、標本魚の採集や測定作業に協力して戴いた。カナダ漁業調査局太平洋生物学研究所漁業生物部長 S. J. WESTRHEIM 氏には、著者がこの研究に着手して以来多くの有益な御助言を戴き、著者が同研究所に滞在して研究した際多くの便宜を与えて戴いた。アメリカ合衆国 National Marine Fisheries Service 北西漁業研究所副所長 A. T. PRUTER 氏には、ソ連の漁獲統計に関して有益な御助言と資料を戴いた。ここに記して謝意を表する。

なお、本論文は東京大学審査学位論文である。

## I 資料と方法

## 1 水域の区分

この研究では、北太平洋の水域を下記および Fig. 3 に示したように区分した。この区分は、本論文の第III章第1節において論ずる系統群についての仮説を考慮に入れて作製した。この研究で取扱った生物学的資料および漁獲統計資料は、すべてこの区分に従って分類し、検討に用いた。

ベーリング海 (Bering Sea)

東部斜面海域 (Eastern Slope Region)

アリューシャン海域 (Aleutian Region)

北東太平洋 (Northeastern Pacific)

アラスカ湾海域 (Gulf of Alaska Region)

湾西部水域 170°W~159°W (Western Gulf Area)

湾北西部水域 159°W~147°W (Northwestern Gulf Area)

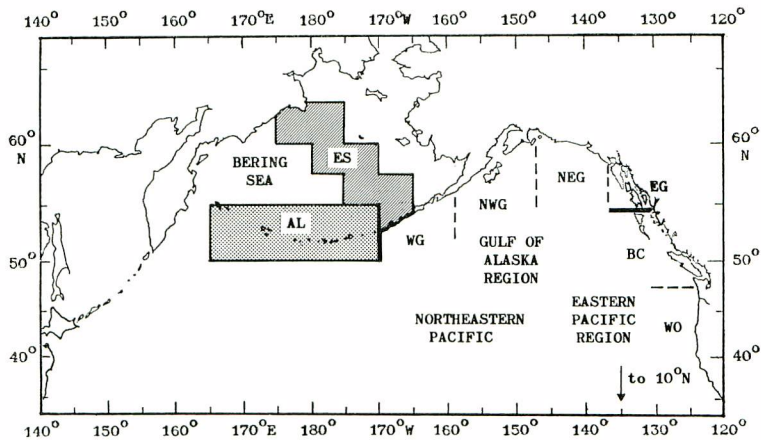
湾北東部水域 147°W~137°W (Northeastern Gulf Area)

湾東部水域 137°W~54°30'N (Eastern Gulf Area)

東太平洋海域 (Eastern Pacific Region)

ブリティッシュ・コロンビア水域 54°30'N~47°30'N (British Columbia Area)

ワシントン・オレゴン水域 47°30'N~10°N (Washington-Oregon Area)



BERING SEA

ES : Eastern Slope Region

AL : Aleutian Region

NORTHEASTERN PACIFIC

Gulf of Alaska Region

WG : Western Gulf Area

NWG : Northwestern Gulf Area

NEG : Northeastern Gulf Area

EG : Eastern Gulf Area

Eastern Pacific Region

BC : British Columbia Area

WO : Washington-Oregon Area

Fig. 3. Definition of the region and the area applied in this study for the North Pacific.



## 2 漁獲物体長組成資料

日本の北洋底魚漁業（母船式底びき漁業および北方トロール漁業）の漁獲物について、1963年から1972年の間、毎年継続的に行なった標本調査による体長組成資料を用いた。標本体長組成は、漁船上ではほぼ定期的に、1回約100尾の標本魚を漁獲物の中から任意に抽出して測定された。漁船上での測定は原則として雌雄別に行なわれたが、雌雄判別が行なわれなかった例もあり、検討後に判明したことではあるがアラスカメヌケは性による生長量の違いが少なく、雌雄別にせずに取り扱っても支障ないと考えられたので、この研究では雌雄を合計した標本体長組成を用いた。

標本体長組成を漁法別、水域別に、4半期（11～1月、2～4月、5～7月、8～10月）毎にまとめ、標本重量と漁獲量との比によって該当水域・該当4半期の漁獲物の組成に引き伸ばした。その際、漁獲統計で漁区不明として集計された漁獲量は除いた。引き伸ばしされた4半期別の漁獲物体長組成を合算し、その水域における

**Table 2.** Number of specimens of the Pacific ocean perch by sex and month collected from the Northeastern Pacific and the Bering Sea used in this study.

Year	Sex	Month												Total
		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
Northeastern Pacific														
1966	Male	81	15	—	75	85	81	134	179	73	29	34	41	827
	Female	50	18	—	70	82	79	95	174	110	41	38	39	796
	Total	131	33	—	145	167	160	229	353	183	70	72	80	1,623
1967	Male	58	67	94	111	53	—	59	5	53	23	12	—	535
	Female	77	65	70	87	61	—	61	25	61	40	8	—	555
	Total	135	132	164	198	114	—	120	30	114	63	20	—	1,090
1968	Male	—	45	74	62	35	56	65	88	24	11	—	29	489
	Female	—	25	44	60	29	51	52	93	19	22	—	16	411
	Total	—	70	118	122	64	107	117	181	43	33	—	45	900
Bering Sea														
1962	Male	7	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37
	Female	15	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45
	Total	22	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	82
1964	Male	—	—	—	—	54	—	10	51	20	—	—	—	135
	Female	—	—	—	—	26	—	10	29	20	—	—	—	85
	Total	—	—	—	—	80	—	20	80	40	—	—	—	220
1965	Male	—	—	—	13	105	16	22	115	130	—	13	20	434
	Female	—	—	—	5	100	14	10	154	150	—	5	7	445
	Total	—	—	—	18	205	30	32	269	280	—	18	27	879
1966	Male	35	52	35	29	—	—	22	—	—	—	—	—	173
	Female	17	42	33	8	—	—	27	—	—	—	—	—	127
	Total	52	94	68	37	—	—	49	—	—	—	—	—	300

**Table 3.** Number of specimens of the Pacific ocean perch by category of analysis used in this study.

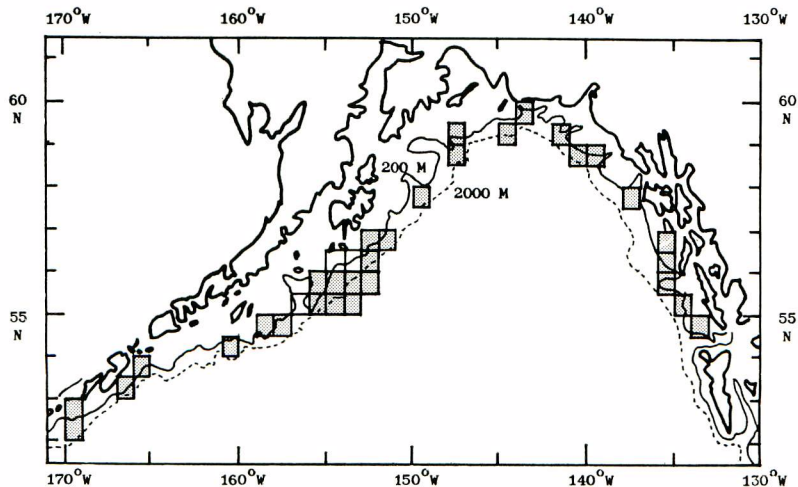
Year	Sex	Growth			Reproduction			Feeding habit		
		Male	Female	Total	Male	Female	Total	Male	Female	Total
Northeastern Pacific										
1966		827	796	1,623	—	—	—	—	—	—
1967		336	329	665	529	539	1,068	386	409	795
1968		—	—	—	—	—	—	489	411	900
Total		1,163	1,125	2,288	529	539	1,068	875	820	1,695
Bering Sea										
1962		—	—	—	—	—	—	37	45	82
1964		—	—	—	73	69	142	135	85	220
1965		414	438	852	151	151	302	259	252	511
1966		—	—	—	173	127	300	—	—	—
Total		414	438	852	397	347	744	431	382	813

その漁法の当該年の漁獲物体長組成とした。その水域に出現したすべての漁法の体長組成を合算し、その水域における日本の漁業の漁獲物体長組成とした。北東太平洋の海域別漁獲物体長組成は、水域別に得られた結果を合算した。標本重量と漁獲量との比較の際、漁獲量に対応した標本体長組成がない場合には、最も近い時期または水域の標本値を代用して推定した。

1963年から1972年について得られた日本の漁業の北太平洋の海域別の漁獲物体長組成を附表-Iに、北東太平洋の水域別の漁獲物体長組成を附表-IIに掲げた。

### 3 生物学的測定標本

アラスカメヌケの漁業生物学的の研究にとって重要な、生長、繁殖、摂餌などの生態的特徴を把握するため、標本魚を採集して生物学的な測定を行った。用いた標本魚の採集海域別、年次別の総数を Table 2 に、行な



**Fig. 4.** Sampling location of the Pacific ocean perch used in this study in the Northeastern Pacific during 1966-1968.

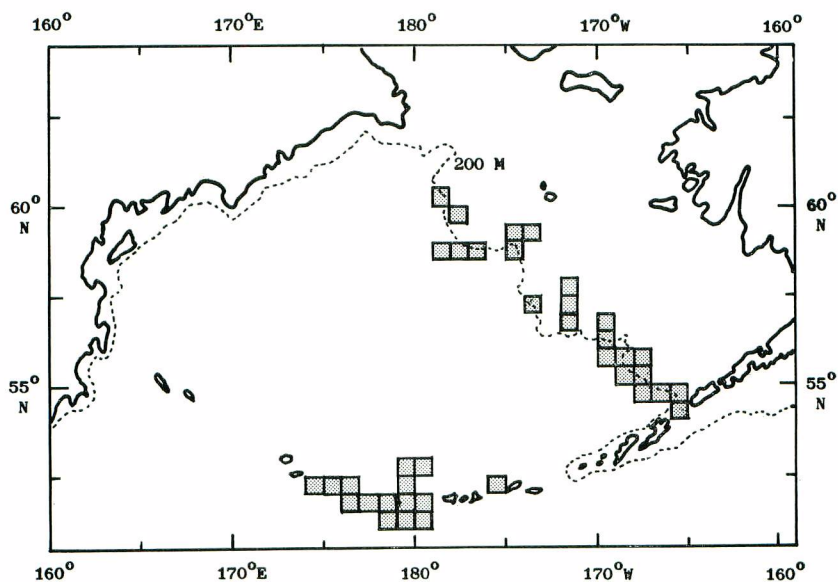


Fig. 5. Sampling location of the Pacific ocean perch used in this study in the Bering Sea during 1962-1966.

った研究項目別の標本数を Table 3 に示した。また、標本魚を採集した水域を Fig. 4 と Fig. 5 に示した。標本魚の採集は調査船と商業的漁船の両方で行なった。標本魚は、漁獲物の中から特定の体長に偏らないように注意して抽出した。

採集した標本魚の大部分は、直ちに船上で冷凍し研究室に持帰って測定したが、一部の標本魚は船上で測定した。測定は、研究目的に応じて、体長、体の部分長、体重、生殖腺重量および生殖線の状態の観察、胃内容物重量および餌生物の観察、などの項目のうち必要なものを選択して行なった。また年令形質として、魚体の胸鰭先端の下部から鱗を約 10 枚ずつ採集した。採集した鱗のうちから再生鱗や破損鱗を除き、正常な鱗を洗浄してガムカードに添付した後その表面を塩化ビニール板に加熱加圧し、表面像の押圧像を作製した。年令査定および鱗の測定にはこの塩化ビニール板の押圧像を用いた。

#### 4 漁獲統計資料

この研究のなかで用いた漁獲統計は、下記の資料によった。記載のない統計量については、これらの資料を用いて推定した。特に、アラスカメヌケ資源の大規模な開発を行なったソ連の漁業についての統計は、ほとんど公表されていないため、漁獲量の大部分は推定値によらなければならなかった。ソ連の漁業の、努力量に関する統計資料は得られなかった。

##### 4.1 日本の漁業

###### (1) 北洋底魚漁業（母船式底びき漁業および北方トロール漁業）

###### (a) 1960年～1962年

高橋（1972）による資料。

###### (b) 1963年～1972年

水産庁遠洋水産研究所が、漁業者の提出した漁獲成績報告書にもとづいて年々集計した北洋底魚漁業統計の各年分。この統計の最小区分は、月および緯度 30 分 経度 1 度の漁区である。漁業は、漁具（漁法）別、船型階級（漁船の大きさ）別に分類してある。この統計は暦年によらず、漁業年（前年の 11 月から統計年の 10 月まで）によって集計されている。この研究では漁業年のままで用いた。



## (2) 北転船漁業

水産庁北海道漁業調整事務所他による遠洋底びき網漁業（北洋転換船）漁場別漁獲統計年報の各年分。なお、北転船漁業のベーリング海北西部における漁獲量は、少量でもあり、ベーリング海東部斜面海域に含めて集計した。

## 4.2 ソ連の漁業

## (a) 1960年～1963年

- イ) PALAKETSOV (1963) による記載値。
- ロ) LYUBIMOVA (1965) による記載値。
- ハ) CHITWOOD (1969) によるソ連の漁業活動の歴史についての記録と近接年の統計とからの推定値。

## (b) 1964年～1966年

- イ) CHITWOOD (1969) による記載値ならびに上記と類似の方法によって推定した値。
- ロ) FAO による Yearbook of Fishery Statistics, Catches and Landings の該当の各年分。
- ハ) ICNAF による Statistical Bulletin, 14 巻, 1964 年分。

FAO によるソ連の全域統計量から北西大西洋分を差引いて、太平洋分の統計量を推定するために用いた。

- ニ) Conseil International Pour L'Exploration de la Mer による Bulletin Statistique des Peches Maritimes, 51 巻, 1964 年分。

ICES 水域について上記と同じ操作を行なうために用いた。

## (c) 1967年～1972年

PRUTER, A. T. (Assistant Director, U. S. National Marine Fisheries Service, Northwest Fisheries Center) の 1974 年 6 月 20 日付、水産庁遠洋水産研究所須田企画連絡室長あての文書によって知らされた推定値。この推定値は、合衆国とソ連の科学者会議の際、ソ連から合衆国に提供された資料にもとづいて、LARKINS, H. A. (U. S. NMFS, Seattle, Washington) が推定したものである。推定値は大きな水域に区分された年計値で、アラスカメヌケ以外の *Sebastes* 属の魚種を含む。

## 4.3 アメリカ合衆国およびカナダの漁業

## (a) 1946年～1957年

ALVERSON・WESTRHEIM (1961) による記載値。

## (b) 1958年～1965年および1972年

Pacific Marine Fisheries Commission による Groundfish Section Data Series の該当分。

## (c) 1966年～1971年

International North Pacific Fisheries Commission による Statistical Yearbook の該当分。

## II 種の記載と分布

## 1 分類学上の位置

アラスカメヌケの分類学上の位置を松原 (1965) に従って記すと次の通りである。

フサカサゴ科 Scorpaenidae

メバル亜科 Sebastinae

メバル属 *Sebastes*

アラスカメヌケ *Sebastes alutus* (GILBERT) 1890

アラスカメヌケは、1890年に GILBERT によって初めて *Sebastichthys alutus* として記載された。その後 CRAMER によって 1895年に *Sebastes alutus* とされた。

アラスカメヌケの属（太平洋産のメバル属）については長い論争の期間があった。GILL によって 1861 年に初めて提唱された属 *Sebastes* は、太平洋産メヌケ類の背鰭棘数と脊椎骨数が大西洋産メヌケ類と異なるとして、大西洋の *Sebastes* から分離されたものであった。そして *Sebastes* はその後長い間、主として北米大陸の科学者とソ連の科学者によって支持され、普通に用いられて来た。松原は 1943 年に日本近海産のメヌケ類について背鰭棘数と脊椎骨数を検討した上で、*Sebastes* から *Sebastes* を分離することには無理があって正しくないと主張した（松原，1955）。近年には北米大陸にも松原の説に同意する科学者が次第に増え（TSUYUKI *et al.*, 1968），最近に至って属名を *Sebastes* とすることにほぼ統一された（CHEN, 1971）と考える。ソ連の科学者の態度は今の所明らかではないが、今後属名使用上の混乱がなくなっていくことが期待される。

BARSUKOV (1964) は、アラスカメヌケに 2つの亜種があり、

*Sebastes alutus alutus* GILBERT, 1890

*Sebastes alutus paucispinosus* MATSUBARA, 1943

としている。後者は、松原 (1955) が記載した日本近海産のオトメメヌケ *S. paucispinosus* をシノニムとして含む。BARSUKOV が亜種を分離した根拠は、ごく軽微な形態上の差であった。すなわち、*S. alutus alutus* は *S. alutus paucispinosus* に比べて下顎縫合部が通常顕著に前方へ突出していること、及び、顛頂隆起が比較的高く、着生鱗が少ないことがその根拠である。しかしこれらの形態上の変異について、計量的な吟味は充分に行なわれていない。また BARSUKOV (1964) は、2つの亜種が分布域を異にしているとしているが、分布、生態の上でもこの説の根拠は充分に得られていない。本論文においても、第三章 第1節で記述するように、これら2亜種の存在を裏付けるような知見は得られなかった。

## 2 形態の概要

アラスカメヌケの形態はメバル属一般のものからさほど離れたものではない (Fig. 1)。主として PHILLIPS (1957) の記載に従ってその特徴を記せば下記の通りである。

体 型：体は側扁し、頭、目、口は大きい。

体 色：体は赤色で、胸鰭は特に濃い赤色を呈する。背鰭軟条部の基底と尾柄部には黒色の斑紋がある。

時として鰓蓋骨や体側の他の部分にも黒斑がある。

頭頂部の形状：わずかにふくらむか平坦である。

頭頂部の棘：鼻棘、眼前棘、眼上棘、眼後棘、耳棘、および顛頂棘は通常存在しているが小さく弱い。眼上棘と耳棘はときどき欠除していることがある。額棘および頂棘は欠除している。顛頂隆起は低く薄い。

頭部の棘：5本の前鰓蓋棘は比較的強く鋭い。2本の鰓蓋棘も比較的強く薄く鋭い。上膊棘と肩棘は強い場合や弱い場合などさまざまである。上顎下端には2本の小さな三角形の棘または丸くなったその基部が存在している。

下顎縫合部の突起：顕著に前方に向って突出し、先がとがっている。

上顎主骨後端の位置：眼窩中央下または瞳孔の後端下にまで達する。

上顎および下顎の表面：鱗におおわれている。

胸鰭先端の位置：腹鰭の先端に達するかそれよりも長い。しばしば肛門にまで至ることがある。

尻鰭第2棘の形状：通常は第3棘の倍くらいの太さであるが、時にはわずかに程度太いだけのこともある。先端は第3棘の先端にまでは達せず、第3棘先端の位置より眼窩直径の約1/6程度短かい。

尾鰭後端の形状：強く前方に湾入している。

尻鰭後端の形状：ほとんど垂直であるか、わずかに後方へ傾斜している。

背鰭棘条数：D. XⅢ-14 (15, まれに 16)

尻鰭棘条数：A. Ⅲ-8 (9)

第1 鰓弓の鰓耙数：33~38

側線孔数：41~51

側線下方の鱗列数：49~55

上記の形態上の特徴のうち、アラスカメヌケに固有で大切な特徴は、下顎縫合部の前方への突出である。この特徴が著しいため、アラスカメヌケの口を一見すると、下顎の先端に先のとがったこぶがついているように見える (Fig. 1)。次いで、赤い体色と背鰭基底部の黒斑、体長に比較して大きな目、尾鰭後端の強い前方への湾入、などがアラスカメヌケの明りような特徴である。下顎縫合部、体色、目、および尾鰭後端の4つの特徴に着目すれば、野外においてもアラスカメヌケをほぼ識別することができる。この4つの特徴がアラスカメヌケとよく似ている種は、*S. variegatus* と *S. zacentrus* である。両魚種の尻鰭第2棘はアラスカメヌケのそれと違って、第3棘に比べて著しく大きいから、尻鰭第2棘を見れば、*S. variegatus* と *S. zacentrus* はアラスカメヌケから容易に分離できる。上記の5つの特徴によれば、アラスカメヌケの識別を誤ることはない。

### 3 近 縁 種

北太平洋産の *Sebastes* に属する魚種は非常に多く、それらのすべてを通じての同定・分類はかなり困難な作業である。北太平洋の東岸近海における *Sebastes* の種について、初めて総括的な記載を行なったのは PHILLIPS (1957) であった。PHILLIPS はその報告の中で、すでに 49 種の魚種を分離記載している。その後、新種の記載やシノニムとして統合の報告などがひんぱんに行なわれた。現在では、北太平洋東部から北東部にかけて 65 種の魚種がほぼ確認されている (CHEN 1971) が、この水域における種の数はまだ固定的ではない。北太平洋のアジア側では 30 種の *Sebastes* spp. が記載されている (松原, 1955) が、それらについても北太平洋東部産のものシノニムとする議論もあって、種数は安定してはいない。BARSUKOV (1964) は、本章第1節で述べたようにオトメメヌケ *S. paucispinosus* をアラスカメヌケのシノニムとするほか、松原 (1955) が記載したカワラダアコウ *S. kawaradai* とゴマアコウ *S. melanostictus* を *S. aleutianus* のシノニムとしている。しかしこの説にも、まだ十分な支持は寄せられていない。

これらの種の中でアラスカメヌケは、BARSUKOV の提唱した亜種の問題を別とすれば、本章第2節で述べた形態的特徴が安定しているため、約 80 年余にわたって確立した種の立場を保有して来た。

アラスカメヌケはカリフォルニア沖から千島列島沖に至る広い水域に生息しているが、65 種の *Sebastes* 属の魚種のうちアラスカメヌケと同じように広い生息域を有するものは、わずかに2種 (*S. aleutianus*, *S. melanostomus*) に過ぎない (CHEN, 1971)。また、アラスカ湾を含む高緯度水域で、分布域がアラスカメヌケのそれと重なり合う魚種も、上記の2種のほか、わずかに10種余 (*S. polyspinis*, *S. brevispinis*, *S. ciliatus*, *S. mystinus*, *S. melanops*, *S. proriger*, *S. crameri*, *S. babcocki*, *S. helvomaculatus*, *S. elongatus*, *S. maliger*) しかない (CHEN, 1971)。つまり、多数の分類学的な近縁種のうちの大数は、より暖かな南方の水域 (北緯 55 度以南) に生息し、アラスカメヌケと生態的には近似していない。アラスカメヌケが *Sebastes* 属のなかで最も広い生息域を有することは、アラスカメヌケが近縁種の中で膨大な生息量を有する唯一の種であることに符合する。

形態や体色の上でアラスカメヌケに近い魚種は、*S. variegatus*, *S. zacentrus*, *S. reedi*, *S. crameri*, *S. emphaeus*, *S. proriger* などである。これらの種からアラスカメヌケを識別することは、本章第2節で述べたように、生物学的にはさほど困難ではない。しかし漁業者達にとっては確実に区別することがむずかしいかも知れない。本研究で用いた漁獲統計資料にも、これらの魚種が若干は誤って混入していると思われる。

### 4 分布と生息水域

アラスカメヌケの分布の水平的な広がり是非常に大きい。カリフォルニア沖からアラスカ湾、ベーリング海



とアリューシャン列島沿岸を経て千島列島周辺にまでおよぶ。分布の東南限については明確な採捕位置の記録があって (CHEN, 1971), アメリカ合衆国カリフォルニア州ラ・ホイア沖 (緯度  $32^{\circ}50'N$ ) であることがはっきりしている。分布の西南限については明確な記録がないためはっきりしていない。最近までは, ソ連の科学者の記述にもとづいて, 分布の西方への広がりにはばくぜんと「ベーリング海」または「西太平洋」までとされていた (PHILLIPS, 1957, CHEN, 1971)。オトメメスケ (*S. paucispinosus* MATSUBARA) をアラスカメスケのシノニムとする BARSUKOV (1964) の説をとれば, 分布の西南限は日本の東北地方 (気仙沼) の沖合までとなる。しかし, 本章第 1 節で述べたように, この説に対する明りような支持はいまだない。日本の北転船漁業は, カムチャッカ半島南部の沖合から北千島列島周辺の漁場において, 年々多量ではないが, アラスカメスケを漁獲している (水産庁北海道漁業調整事務所, 1969, 1970)。したがって, 少なくとも北千島列島沿岸およびカムチャッカ半島南端近傍のオホーツク海までは, アラスカメスケの群が安定して分布していることは確実である。

北海道立釧路水産試験場 (1970) によれば, 同場が 1969 年に南千島列島の南東沖合において実施したトロール試験操業の際, アラスカメスケを少量漁獲している。同調査のひき網別の記録によると, アラスカメスケが採捕された最も南西の点は,  $43^{\circ}-47'N$ ,  $147^{\circ}-36'E$  であった。北海道沖合まで南下すると, 現地の漁業者の間にはアラスカメスケの採捕についての情報が全くないから, 現時点では上記の採捕点が分布の南西端と見てよいと考える。

分布の西北限については, 明確な点を推定できるだけの情報を持っていない。上記の日本の北転船漁業の漁場別漁獲統計から, カムチャッカ半島南端近傍のオホーツク海側沖合あたりが, 分布の限界と思われる。

分布の北限は, ベーリング海の中でナワリン岬沿岸と考えられる。地形的にみると, 陸だな斜面がナワリン岬以北には連続していない事と, 日本の漁業による漁獲の記録がない事から, この推測は妥当なものと思われる。

アラスカメスケの分布の鉛直的な広がり (生息水深) もまた比較的大きい。日本の漁業がアラスカ湾において 1965 年に漁獲したアラスカメスケの, 深度別漁獲量を Table 4 と Fig. 6 に示した。最も浅い漁獲地点は水深 80 m で, 最も深い地点は水深 550 m であった (Table 4)。漁獲の 67% は水深 200 m から 300 m にかけての漁場であげられており, 陸だな斜面がアラスカメスケの主たる生息場所であることを示している (Fig. 6)。しかし, その上下の数百メートルにわたっても相当量の漁獲が認められ, アラスカメスケの生息水深が巾広いものである事を示している。

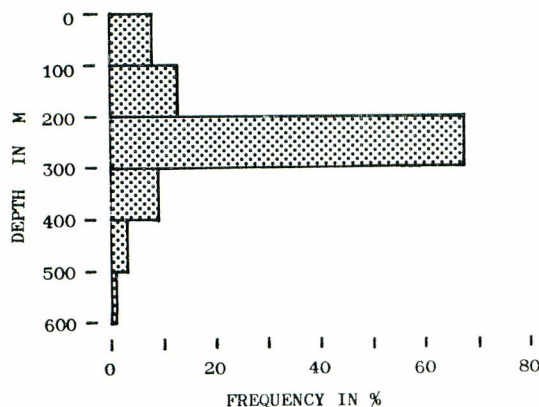


Fig. 6. Vertical distribution of the catch of Pacific ocean perch for Japanese fishery in the Gulf of Alaska in 1965.

Table 4. Vertical distribution of the catch of Pacific ocean perch for Japanese fishery in the Gulf of Alaska in 1965. <sup>1)</sup>

Depth <sup>2)</sup> in m	Catch in metric tons	Composiion in %
0~100	3,050	7.72
101~200	4,920	12.45
201~300	26,541	67.16
301~400	3,525	8.92
401~500	1,163	2.94
501~600	320	0.81
Total	39,519	100.00

1) Excluding data from unknown area and unknown depth.

2) Shallowest position is 80 m, deepest 550 m.



1968 年における日本の北洋底魚漁業の漁獲分布図を、Fig. 7 (北東太平洋) と Fig. 8 (ベーリング海) に示した。いずれの海域においても漁獲は陸だな斜面にそってあげられており、特に大きな漁獲をあげた漁区 (緯度 30 分、経度 1 度) はそのことを明りように示している。

また、アラスカメヌケは底生性魚類でありながら、異体類のように完全に海底に依存した生活をしてはいない。魚群探知機による映像記録から判断すると、常時海底から数メートル浮上して生活しており、成群したま

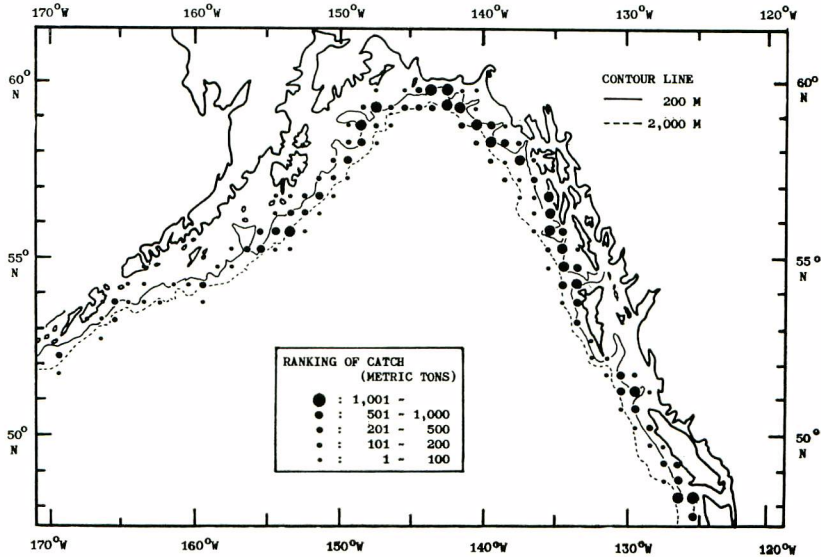


Fig. 7. Distribution of the catch of Pacific ocean perch for the Japanese North Pacific Groundfish Fishery in 1968, showing the relation between catch and the topography of continental slope in the Northeastern Pacific.

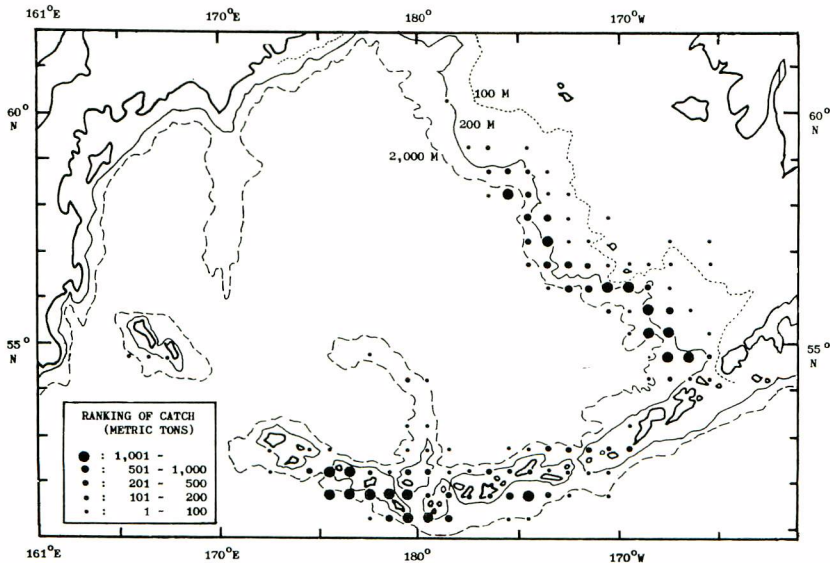


Fig. 8. Distribution of the catch of Pacific ocean perch for the Japanese North Pacific Groundfish Fishery in 1968, showing the relation between catch and the topography of continental slope in the Bering Sea.

まで 50 m 程度まで浮上していることもあるようである。太平洋産 *Sebastes* では、大西洋産 *Sebastes* におけるような pelagic な生活様式 (TEMPLEMAN, 1959) が存在していることをまだ確認していない。しかし上記のように、依存する海底の深度の巾が広いと共に、海底から上方への生活領域が広いこともこの種の特異的な特徴であると思われる。

以上を総合して、北太平洋におけるアラスカメヌケの分布域を、模式的に Fig. 9 に示した。

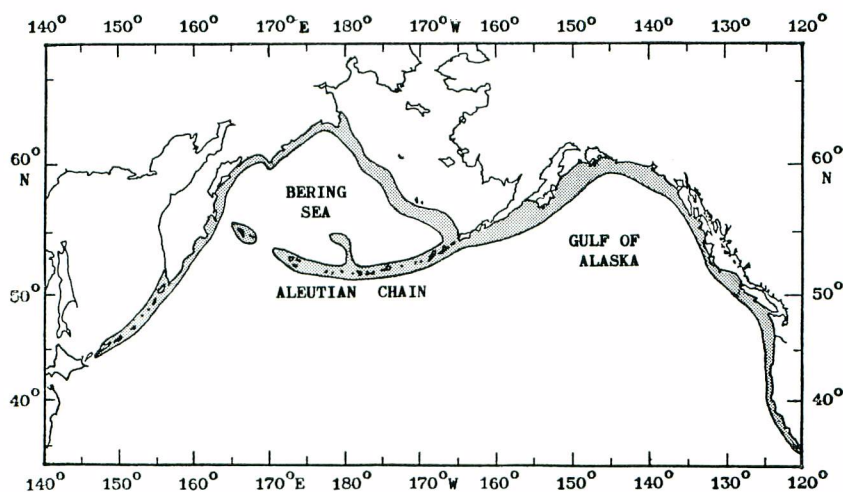


Fig. 9. Distribution of Pacific ocean perch, *Sebastes alutus*, in the North Pacific.

分布域における量的な異なりについては、本論文の第IV章において詳述するが、ごく概略を記せば下記の如くである。アラスカメヌケの生息量が最も大きいのはアラスカ湾で、次いでアリューシャン列島沿岸、ブリティッシュ・コロンビアからオレゴン州にかけての沿岸、の順に大きく、ベーリング海東部の陸だな斜面がもっとも小さい。ベーリング海のナワリン岬からカムチャッカ半島を経て千島列島に至る沖合水域は、分布は確認されているものの、生息量は非常に少ない。同様に、分布の東の限界に近いカリフォルニア州沖合でも生息量は非常に少ない。

ここでふれておかなければならないことは、上述した分布ならびに生息水深は、4～5才以上に成育し海底で生活するようになった群について確認された事である。のちに、第III章 第5節「生活史」において論議するように、アラスカメヌケは4～5才以前の稚魚・未成魚期の生態がほとんどわかっていない。稚魚・未成魚期には上記の分布よりも広い領域、特に鉛直的に広い領域に生息しているものと考えられる。今後調査研究すべき重要な課題である。

### III 種の生態学的な特徴

#### 1 系統群とその相互の関係

アラスカメヌケは生息水深が深く、体の結締組織が弱いため、一度船上にとり上げられた魚の生残率は大変低い。そのため標識放流など系統群の解明に直接的に有効な手段を用いて調査することは非常に困難である。また、アラスカメヌケの系統群の解析を困難にしているもうひとつの特徴は、第II章第4節において述べたように、アラスカメヌケが広大な分布域に連続して生息していることである。海底地形や漁場のどこにも分布の切れ目を設定し得ない。そのような観点から、広大な分布域を有するアラスカメヌケの系統群の問題を、直接的に解明する情報はまだ得られていない。

本節においては、漁獲物の体長組成の水域による異なりやいくつかの生物学的な特徴の水域による相異を検討し、合せて海洋環境条件と初期生活史との関係を吟味して、北太平洋における系統群とその相互の関係を考

究した。

1.1 漁獲物体長組成の水域による異なり

北太平洋における日本のトロール漁業の、1963年から1970年間の海域別の漁獲物体長組成(附表-I)を Fig. 10 および Fig. 11 に示した。1971年および1972年の資料は、おおむね1970年におけると同じ特徴を持ち、一部の海域における漁獲尾数も少ないため、本章での検討から省いた。

ベーリング海東部斜面、アリューシャン、およびアラスカ湾の3海域について、1963年から1966年間の漁獲物体長組成を比較すると、東部斜面とアリューシャンの両海域ではほぼ似た形状を示しているのに

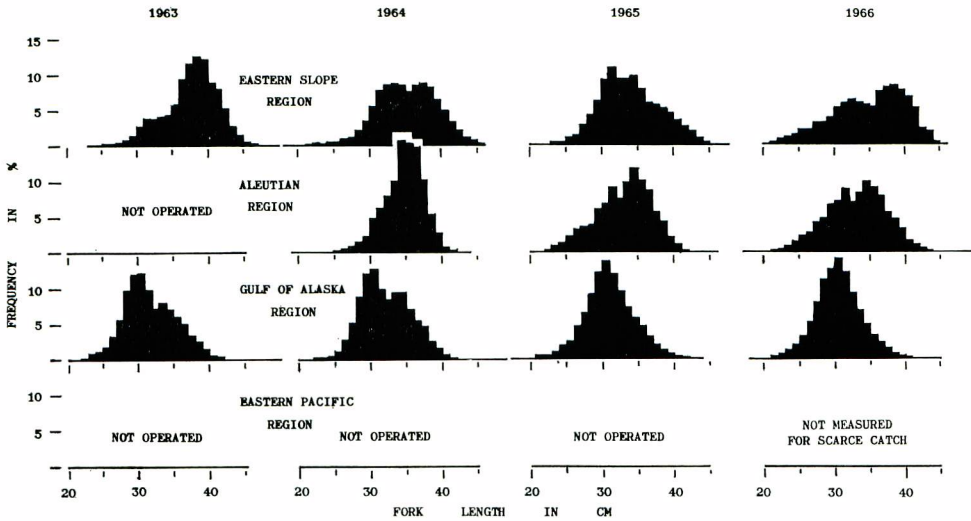


Fig. 10. Length composition of the catch of Pacific ocean perch, sexes combined, by region in the North Pacific caught by the Japanese North Pacific Groundfish Fishery from 1963 to 1966.

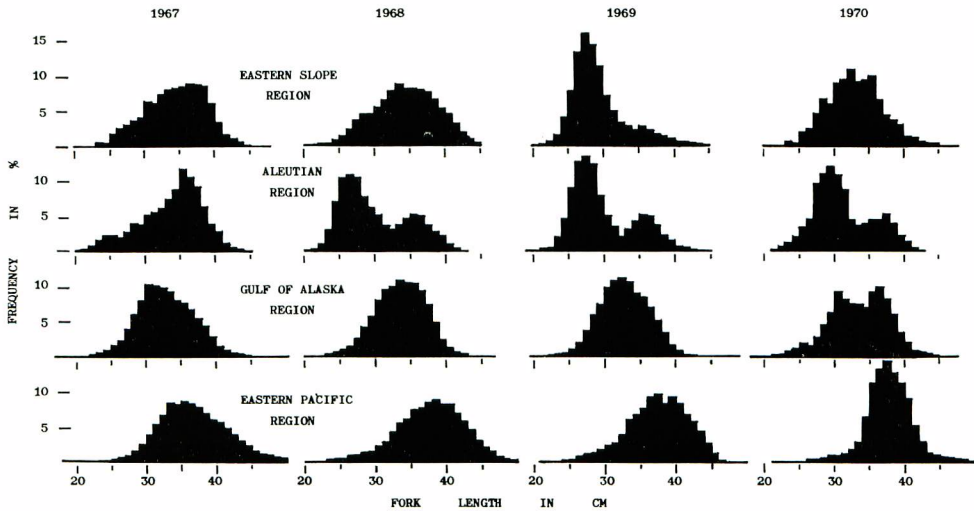


Fig. 11. Length composition of the catch of Pacific ocean perch, sexes combined, by region in the North Pacific caught by the Japanese North Pacific Groundfish Fishery from 1967 to 1970.



対して、アラスカ湾海域における漁獲物の体長はより小型で、その差がかなり大きい (Fig. 10)。アラスカ湾海域における漁獲物の体長が小さいというこの特徴は 1967 年には弱くなり 1968 年から消失している (Fig. 11)。1968 年以降は、上記の 3 海域における体長組成がそれぞれに複雑な変化を呈しながらも、海域間における傾向的な差はほとんど認められない (Fig. 11)。1967 年から現われ始めたアラスカ湾における漁獲物の体長のこの大型化の現象は、漁船の操業水域の変化に伴って生じている。北東太平洋における日本のトロール漁業は、1963 年に操業を開始してから 1966 年までの間ほとんどアラスカ湾の西部の水域で操業し、1967 年からアラスカ湾の東部水域および東太平洋海域へとその漁場を拡大した (千国, 1970c, 1971f, 1972a, 1973)。アラスカ湾海域における 1967 年から 1970 年の水域別の漁獲物体長組成 (附表-II) を Fig. 12 に掲げた。アラスカ

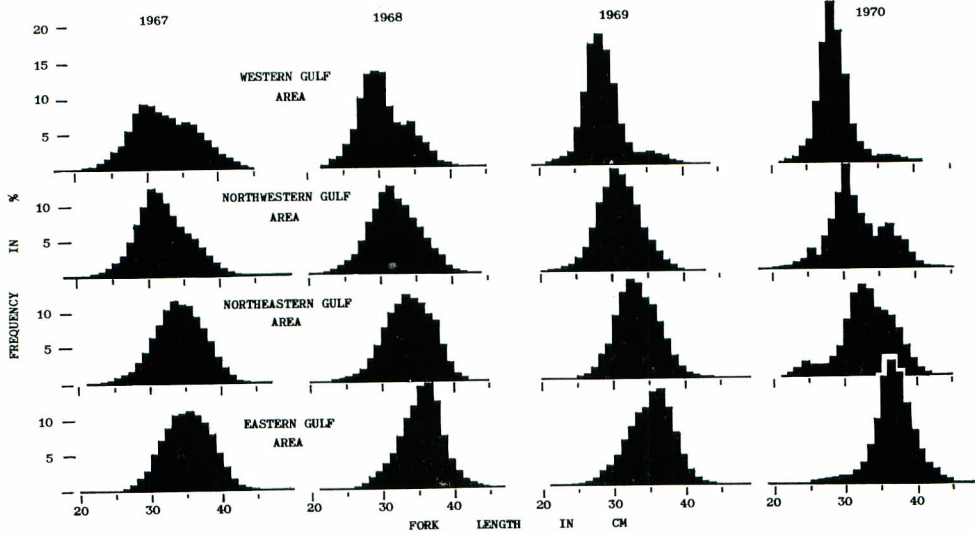


Fig. 12. Length composition of the catch of Pacific ocean perch, sexes combined, by the area in the Gulf of Alaska region caught by the Japanese North Pacific Groundfish Fishery from 1967 to 1970. The definition of the area is shown in Fig. 3.

湾海域における漁獲物の体長は、湾の西部から東部に行くほど傾向的に大型化していることが明りようである (Fig. 12)。湾西部水域および湾北西部水域における漁獲物の体長は 1968 年以降においても小さく、漁獲物体長組成は 1963 年から 1966 年までのアラスカ湾海域における体長組成によく一致している。したがって、1967 年以降のアラスカ湾海域における漁獲物の体長の大型化は、漁業が漁場を東方へ拡大し、新しい大型魚群を漁獲し始めた結果である。以上の事柄を総合して考えると、アラスカ湾海域の西部とアリューシャン海域およびベーリング海東部斜面との間には、体長組成に断層的なずれがあって、体長組成は連続していないと判断される。このことから、これらの海域間には魚群の大きな混合が生じていないと考える。

一方、1967 年以降の東太平洋海域における漁獲物体長組成と他の海域におけるそれとを比較してみると、東太平洋海域の漁獲物の体長が最も大きく、その差もかなり大きい (Fig. 11)。アラスカ湾の漁獲物の体長が大型化した近年について比較しても、またアラスカ湾東部の体長組成 (Fig. 12) と比較しても、東太平洋海域における漁獲物の方が体長が大きく、その差もかなり大きい。これらの事は、アラスカ湾西部とその西の海域との間に認められたと同じ現象である。すなわち、アラスカ湾東部と東太平洋海域の間にも、体長組成には断層的なずれがあって連続していない。このことから、これら両海域の間にも魚群の大きな混合は生じていないと考える。

以上を総合すると、北太平洋におけるアラスカメヌケは、より小型な体長を有するアラスカ湾海域における魚群を中心にして、その両側にそれぞれより大型の体長を持った魚群が分離して存在していると判断される。



そしてこの現象は、それぞれの海域における系統が異なっていると考える根拠のひとつである。

ベーリング海の東部斜面海域とアリューシャン海域の間には、上記のように明りような特徴の異なりが認められない。しかし、漁業がその対象資源の組成をまだ急激に変化させていないと考えられる1964年から1967年までの体長組成について比較してみると、東部斜面海域の方が漁獲物の体長はやや大きい (Fig. 10, 11)。少なくとも大型魚の占める割合はアリューシャン海域におけるよりも高い。また、その後の経過をみると、漁業の開発が進んで各海域における体長組成がいろいろと変化して来たなかで、両海域における体長組成の型と変化は、それぞれ個別的で相互に似かよった所が認められない。したがって両海域の魚群の体長組成は異なった特徴を持っていると考えられる。これらの事が系統の異なりを現わしていると考えするには、それだけではまだ充分といえ難いが、両海域の地理的な距離や海洋環境条件と合せ考える際の状況証拠のひとつであると考えられる。

アラスカ湾海域における水域別の漁獲物の体長が、湾西部から湾東部へ行くに従って大型化しているという現象は、それ自体で大変興味深い (Fig. 12)。この現象が多少の変動を伴いながらも毎年継続して認められる事は、これらの水域における漁獲対象資源自体が体長組成を異にしていると判断される。つまり、底生生活に入ったアラスカメヌケの魚群は、大きな移動や地理的に離れた魚群との混合をしていない事を示していると考えられる。

## 1.2 生長の海域による異なり

本章第2節の各項で詳述するように、北太平洋におけるアラスカメヌケは、水域によって生長速度に違いがある。

体長の生長速度は、アラスカ湾海域が最も小さく、次いでベーリング海、東太平洋海域の順に大きくなっていく。この生長速度の異なり方は、本節の前項でみた漁獲物体長組成の海域間の異なり方とよく一致している。ベーリング海の東部斜面海域とアリューシャン海域との間にも、さほど明りようではないが、東部斜面海域の方がやや大きいという異なりがあった。この事も、漁獲物体長組成の検討から得た結果とよく一致する。

体長と体重の相対生長にも体長の生長におけると同じような相異が海域間に認められる。すなわち、体重はアラスカ湾海域が最も小さく、次いでベーリング海、東太平洋の順に大きい。ベーリング海の東部斜面海域とアリューシャン海域とを比較すれば、体重は東部斜面海域の方がより大きい。

生長量の海域による相違には環境従属的な要素が多いから、上記の事が直ちに系統を異にすることの証拠とはなり得ない。しかし、長年にわたる体長組成資料に傾向的な異なりが認められ、それが生長の異なりによって裏付け得る場合には、系統群を分離する有力な手がかりであると考えられる。

WESTRHEIM・SNYTKO (1974) は、北太平洋のいくつかの水域から採集されたアラスカメヌケの標本魚について体長と体重の関係を求め、特定の体長について計算した体重が水域によって異なることから、各水域に分離された系統群が存在している傍証が得られたとしている。またその結果をもって、ベーリング海の東部斜面海域とアリューシャン海域とに異なった亜種が分離生息しているという BARSUKOV (1964) の説をも支持している。WESTRHEIM・SNYTKO (1974) は、北太平洋全域にいくつかの群がどのように存在しているかについては明りように記述していないが、亜種の問題は別として、その推論の結果は本研究より得た判断に近い。亜種の問題については吟味が不十分であると考えられる。WESTRHEIM・SNYTKO (1974) がその報告の中で採用している魚体の体高についての BARSUKOV (1964) の計測結果にしても、子細に検討すれば推論した結果と矛盾する事実も記載されている。本章の次節で論議する海洋環境条件と初期生活史の関係からも、亜種の問題には容易に同意し得ない。著者は、現段階では亜種を立てず、系統群の分離に止めておくべきであると考えられる。

## 1.3 よう卵数および年級変動の海域による異なり

本章第3節「繁殖」において記述するように、アラスカメヌケの成魚の雌のよう卵数は海域によって大きく異なる。よう卵数は東太平洋海域における個体が最も多く、次いでベーリング海の2海域、アラスカ湾海域の

順に多い。この個体のような卵数の海域による相異は、その事自体がアラスカメヌケの生物学的な特徴が海域によって異なる事を示しているが、同時に海域毎の再生産関係に大きく影響していると考えられる。本論文の第IV章第4節において記述するように、海域別に推定した親魚の加入当りの資源量と個体のような卵数とから推定した加入当りの産出仔魚数は、海域によって異なる。すなわち、加入当り産出仔魚数は、東太平洋海域が最も多く、次いでアラスカ湾海域、ベーリング海東部斜面海域の順に多く、アリューシャン海域が最も少ない。この事から、資源の再生産関係が海域によって異なる事が予測される。そしてその事は海域によって魚群の系統が異なっていると考える根拠のひとつである。

北太平洋のアラスカメヌケ資源には年級変動が認められるが、その現われ方は海域によって異なる。すなわち、本論文の第IV章第2節において詳述するように、ベーリング海の東部斜面海域とアリューシャン海域においては、1968~69年以降の年令組成に卓越した1961年級群と1962年級群が認められるが、他の海域においてはそれらが認められない。また、これらの卓越年級群の出現の仕方は、東部斜面海域とアリューシャン海域とで若干異なる。すなわち、アリューシャン海域では卓越した1961年級群が1968年に出現し、1969年以降年次を通じて1962年級の方が1961年級より優勢であるのに対して、東部斜面海域では、両年級群が1969年に同時に出現しその勢力もほぼ等しい。

これらの現象は、漁獲対象資源の加入前の個体の生残の条件と、加入のしかたが海域によって異なる事を示している。そしてこの事も、それぞれの海域における魚群の系統が異なっていると考える根拠のひとつである。

#### 1.4 海洋環境条件と系統群の関係

本論文の第三章第3節において記述する「繁殖」についての研究の結果、アラスカメヌケは卵胎生で3~6月に産卵し、卵は産卵直後にふ化し6~8mmの仔魚となる事が明らかとなった。仔魚の分布は現在の所まだ明確に把握されていないが、*Sebastes* 属の他の多くの仔魚の分布様式 (AHLSTROM, 1959, MOSER, 1967) から類推して、海の表層もしくは表層に近い中層に分布していると考えられる。ふ化した仔魚は暫らくの間、海水の大きな動きに対して従属的であろう事は想像に難くない。体長数cmの大きさに育つまで、自分の力で泳ぎ大きく移動することは困難であろうから、海水の動きに従属的に分布する期間は相当に長いと考えられる。

Fig. 13 に北太平洋北部における表面水の循環の模式図 (DODIMEAD・FAVORITE・平野, 1963) を掲げた。アラスカメヌケの仔魚は上記の期間、この大きな循環と潮汐流による水の動きに支配されて分布すること

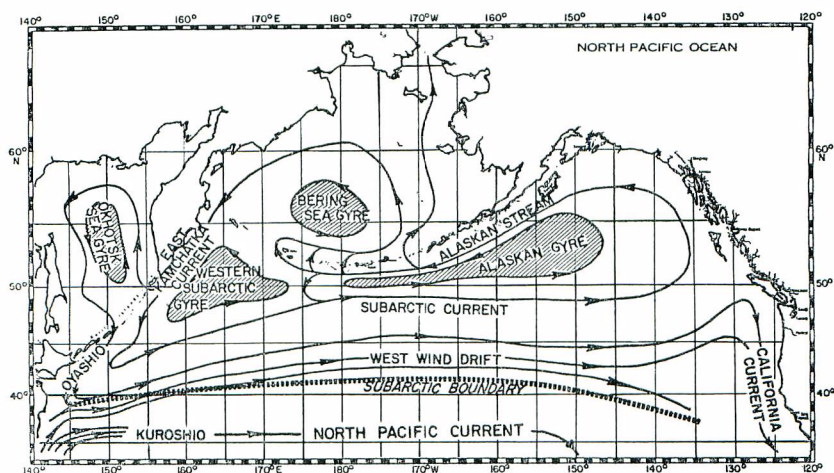


Fig. 13. Schematic diagram of surface circulation in the North Pacific, from DODIMEAD, FAVORITE, HIRANO (1963).



となる。水深 200 m の面における水の循環は、ほとんど表面循環と同じであるから (DODIMEAD *et al.*, 1963), もしかりに仔魚がかなり深い層に分布していたとしても、水の循環から受ける影響にはあまり変りがない。

表面循環における水の流動速度はおおむね 2~4 マイル/日 であるから、数十日の期間を考えれば、仔魚はかなりの距離を移動することになる。特に、アラスカ湾西部とアリューシャン列島沖合におけるアラスカン・ストリームの速度は 7~10 マイル/日 と大きいから、この流れの影響下に入った仔魚の移動は相当の距離に達すると思われる。また、アラスカ湾西部からアリューシャン列島の東部沖合およびベーリング海東部斜面海域の南部にかけての水域においては、潮流流による水の動きも大きいから、この水域の仔魚の移動や分散にはその影響も大きく作用すると考える。

東太平洋海域の沿岸域における水の現実の動きは、Fig. 13 に示した模式図より複雑である。亜寒帯海流が北米大陸に当たって北上するまがり角の位置は、南北に動く年変動を伴いながら、ほぼディクソン・エントランス (クィーン・シャーロット島の北側) あたりとなる (DODIMEAD *et al.*, 1963)。従って、ほぼディクソンエントランスを境にして南北の間には、仔魚時代に大きな混合のおこる可能性は少ない。そしてそれは、この水域に生息するアラスカメヌケが系統を異にするひとつの条件と考えてよい。

ディクソン・エントランスの北あるいは南のそれぞれの領域の中では、上記の水の動きの方向に、仔魚時代の混合が生ずると思われる。アラスカ湾海域の西部とアリューシャン海域の東部およびベーリング海東部斜面海域の南部の間には、海域を越えた混合が生じていると考えられる。この海域を越えた混合は接近した水域間に生じているもので、上記の 3 海域における仔魚が全体的に大きく混合し合う事はないと考える。

### 1.5 系統群についてのまとめ

北太平洋のアラスカメヌケの系統群について検討した結果、下記のような根拠からアラスカメヌケは海域毎に異なった系統群にわかれて生息していると判断される。すなわち、(1)魚群の体長組成が数年間にわたって海域毎に異なり、それが個体の生長の異なりによって裏付けされている事。その事から、魚群は海域を越えて大きく混合していないと考えられる事。(2)個体のおよび卵数の加入当り産出仔魚数が海域によって異なり、再生産関係が海域毎に異なると考えられる事。(3)資源の年級変動の現われ方が海域によって異なり、加入前の魚群の生残の条件が海域によって異なると考えられる事。などが系統群を分離する根拠である。

著者は、北太平洋の各海域で採集したアラスカメヌケの標本魚を用いて、標準体長、全長、尾又長、頭長、

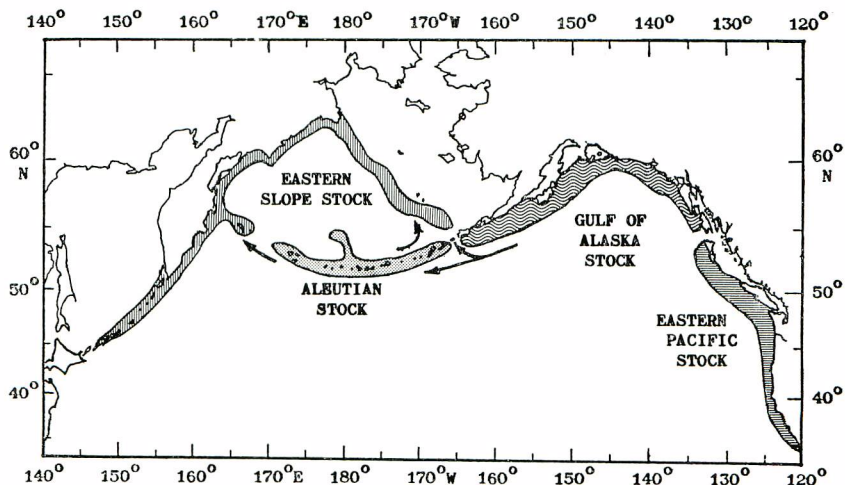


Fig. 14. Schematic illustration of four stocks of Pacific ocean perch, *Sebastes alutus* in the North Pacific. Arrows in the figure indicate the major direction of influence among the stocks.

吻長、体高、体中、主上顎骨長、眼窩径、両眼間隔、など魚体の部分長を測定し、標準体長に対する各部分長の相対生長に海域間で差異があるかどうかを検討した。その結果、いずれの相対生長にも、海域間に有意な差は認められなかった。したがってアラスカメヌケの外部形態には、系統群を分離する根拠となるほどの相異がないと考えられる。しかし上記の生態的な異なりは、形態的な相異がなくても系統群を分離するに足る根拠であるとする。

各系統群は完全に分離してはいない。系統群の境界近くでは、仔魚期および稚魚期に、系統群の混合が生じていると考える。

本節の各項で検討した事項を総合し、北太平洋におけるアラスカメヌケには、次のような4つの系統群が存在していると判断される。

- (1) 北東太平洋の東太平洋海域には、他の海域からほぼ独立したひとつの系統群が存在している。
- (2) アラスカ湾海域においても、他の海域からの混入があまりないひとつの系統群が存在している。
- (3) アリューシャン海域には、アラスカ湾海域の系統群から強く影響を受けるひとつの系統群が存在している。この系統群の西の縁辺はアツツ島周辺と思われる。
- (4) ベーリング海東部斜面海域には、アラスカ湾海域とアリューシャン海域の両方の系統群から強く影響を受けるひとつの系統群が存在している。ベーリング海北西部からカムチャッカ半島沖を経て千島列島沿岸に至る水域に生息している魚群は、この系統群の縁辺であるとする。

Fig. 14 に、上記の4つの系統群とその関係を模式的に示した。系統群間の移動や混合は、主として仔魚期・稚魚期に生じるものと考えられる。アラスカ湾海域における水域別体長組成の検討から明らかになったよう

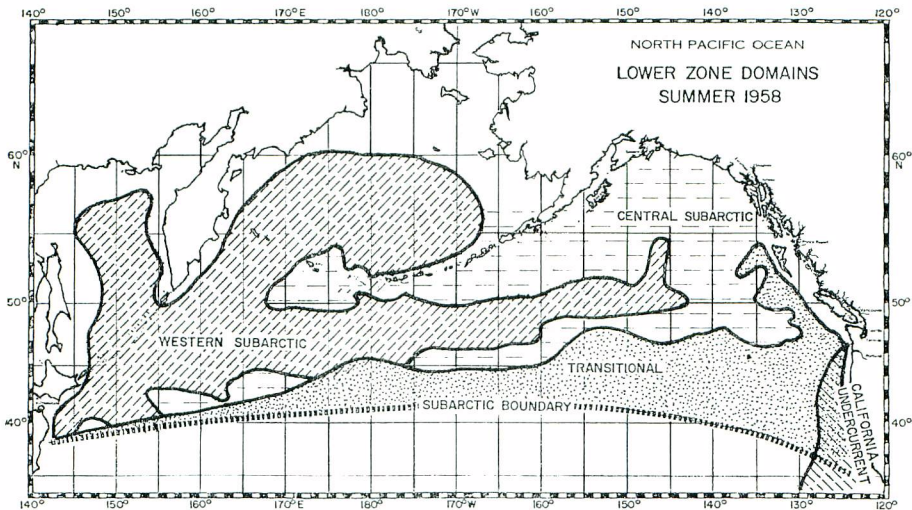


Fig. 15. Schematic diagram of lower zone domains in the North Pacific in summer 1958, from DODIMEAD, FAVORITE, HIRANO (1963).

に、生長して底生生活に入ってから、ひとつの系統群の中においても、魚群が大きく混合し合うことは少ないと考えられる。

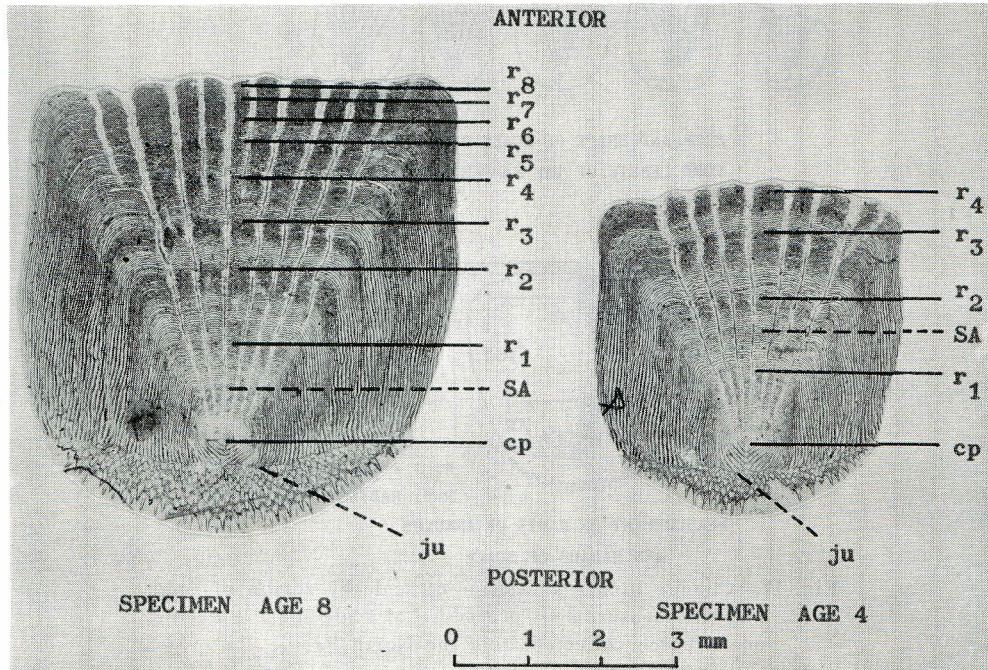
Fig. 15 に、DODIMEAD 等 (1963) の北太平洋北部の下層水塊の分布図のうち、1958 年夏期の場合を引用した。上記の4つの系統群の分布は、この下層水塊の分布に極めてよく一致する。この水塊の分布から考えると、アラスカ湾海域とアリューシャン海域との関係が、まだ吟味不十分のきらいがある。その点は今後更に調査研究を行ないたい。



## 2 生 長

## 2.1 年令形質と年令査定

アラスカメヌケの生長を解析するための年令形質としては、鱗を用いる事が最も適当であると考えられる。北太平洋で採集されたアラスカメヌケの、8才と4才の標本魚の鱗の拡大写真を Fig. 16 に示した。また尾又長 30.8 cm の標本魚の体の部位による鱗の大きさと形状の変異、ならびに鱗の測定方法の模式図を Fig. 17 に示した。



cp : CENTRAL PLATE

ju : JUNCTURE

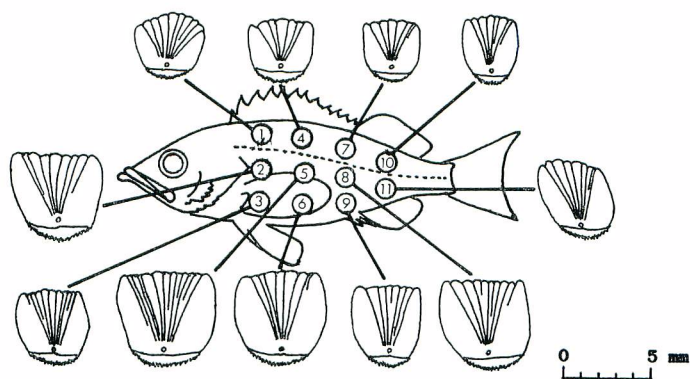
$r_i$  :  $i$ -th ANNULUS, COMPOSED OF CLOSELY GRAINED RIDGES

SA : SIMULATE ANNULUS

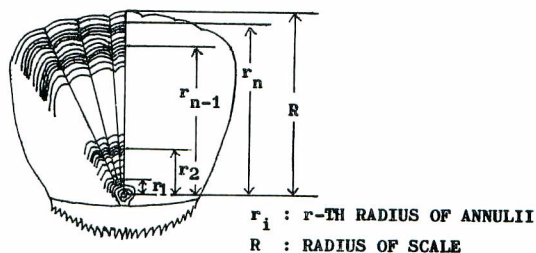
Fig. 16. General feature of the scale for the specimens age 8 and 4 of Pacific ocean perch collected from the North Pacific.

アラスカメヌケの鱗は楯鱗の持つ一般的な鱗相を持っている楯鱗である。鱗の表面には生長線 (ridge) が形成する生長休止帯の輪紋が認められる。中心板 (central plate) を中心にして同心円状に広がる生長線の数、魚体の大きさにほぼ比例して増加している。生長休止帯を形成している生長線は、鱗の側域においては融合し合ったり、とぎれたりしている。鱗相は、魚体の部位が異なっても同一個体の鱗では、同じ特徴が相似的に認められる。1個体の鱗の中では、胸鰭先端の下部 (Fig. 17 における部位⑤) にある鱗が最も大きく、形のひずみも少ない。したがって、鱗の採集は胸鰭先端下部から行なう事が適切である。上記のような鱗相の特徴は、北東太平洋とベーリング海の両方で採集されたアラスカメヌケの標本魚に共通して認められる (千国, 1968 a, 1968 b, 1970 a)。

生長休止帯は1年に1回形成されるから、生長休止帯を年輪としてアラスカメヌケの年令を査定することができる (千国, 1968 b, 1970 a)。生長休止帯の形成を終了する時期は、北東太平洋におけるアラスカメヌケの方が、ベーリング海におけるそれ (3~6月) よりもやや巾広い (3~7月) が、有意な差ではない。北太平



SIZE AND SHAPE OF SCALE BY REGION OF BODY  
 FORK LENGTH OF THE SAMPLE SPECIMEN IS 30.8 CM



MEASUREMENT OF RADII OF ANNULUS  
 AND RADIUS OF SCALE

Fig. 17. Change in size and shape of scale by region of body and the measurement procedure of scale for the Pacific ocean perch collected from the North Pacific.

洋におけるアラスカメヌケの産卵は3～6月に行なわれるから、年輪の読みとりによって査定した年齢はほぼ満年齢と考えてよい。

アラスカメヌケの鱗の若令部には、しばしば疑年輪が存在する。Fig. 16 に示した鱗では、8才の標本魚の第1輪の内側に、4才の標本魚の第1輪と第2輪の間に、それぞれ疑年輪が認められる。年長線の数に年輪数に比例して増加する事が確かめられているから（千国，1968 a, 1970 a），疑わしい輪紋が出現した際には，その前後および歴然とした年輪間の生長線の数数を数えて比較すれば，疑年輪の判定を誤る事はないと考える。

鱗読を行なう際、あらかじめ鱗相についてある程度の学習を行なえば、鱗読の個人的な癖や主観的な偏りを防ぐことができる（千国・若林 1970）。鱗読結果のたしからしさは、ある程度までは到達できるが、完全は期し難い。そのたしからしさは標本魚の年齢によって異なり、15才以下で90%程度、16才以上では75%程度であり、高令魚ほど鱗の縁辺部にある年輪の読みとりが困難である事を示している（千国・若林，1970）。

以上の事項を総合して、北太平洋におけるアラスカメヌケの鱗相は海域を通じて共通していることが明らかとなり、鱗の生長休止帯を年輪として年齢査定をする事の合理性と妥当性が確かめられた。

GRITSSENKO (1963) も、ベーリング海におけるアラスカメヌケの年齢形質としては鱗が最良である事を報じている。その報告の中で、12才以上の高令魚では鱗の縁辺部の年輪の識別が困難な事と、若令期の数年間にはしばしば疑年輪があって年齢査定が容易でない事を報じている。高令魚の鱗の縁辺部における年輪の読みとりが困難である事は著者も同じ結果を得たが、若令期における疑年輪については、さきにも述べた通り、輪紋間の生長線の数数を比較する事によって正しく判定できると考える。



アメリカ合衆国 および カナダの科学者達は耳石を用いて年令査定を行なっている (WESTRHIM, 1970, 1973, GUNDERSON, 1974)。北米の科学者達もかつては鱗を用いた (ALVERSON・WESTRHEIM, 1961)。WESTRHEIM (1973) は、耳石の方が高令まで読め、採集も容易であるとしている。

鱗にも耳石にも年令形質としての得失はそれぞれあって、いずれがよいかについての絶対的な基準はない。鱗を用いる上での得失をあげれば下記ようになる。

#### 利 点

- (1) 鱗相は比較的明りようで、輪紋半径、生長線の数などの情報が査定の際の手助けとなる。
- (2) 同一個体の複数の鱗を比較検討して査定の際の手助けとしたり、最良の標本を選び出して査定標本とすることができる。
- (3) 輪紋半径や生長線数など計量・計数値の取り扱いが耳石におけるよりも容易であるから、それらによる生長の解折を行なうことができる。鱗長と体長の間で安定した相関関係が存在するから、鱗の計量値によって魚体の生長を解折することができる。耳石では輪紋半径の測定が困難なため、北米の科学者達は逆算体長などによる生長の解折をなし得ないでいる。
- (4) 収集が容易であり、採集後の保存が簡単である。特に漁船の上で商業的漁獲物から標本採集を行なう場合にはこのことが有効である。
- (5) 鱗相には、標本魚の生息海域による変異がない。著者の経験では耳石の相は海域による変異がかなり大きいと思われる。この点は年令査定に影響をおよぼすと思われるので重要である。
- (6) 鱗の表面像を塩化ビニール板に加熱・加圧して作った押圧像を用いれば、透明度やコントラストの点で改良された供試標本とすることができる。また押圧像は2枚以上作製することができる。

#### 欠 点

- (1) アラスカメヌケには再生鱗が多いから、鱗の採集ができて時として供試標本が得られないことがある。
- (2) 高令魚の鱗の縁辺部における年輪を正確に読みとる事が困難である。そのため、査定結果が高令魚ほど耳石による結果よりも若令の方に偏るおそれがある。その事について有効な反証があげられない。上記の得失を総合して、著者はアラスカメヌケの年令形質としては鱗が最も適当であると考える。

## 2.2 年令と体長の関係

### 2.2.1 アラスカ湾海域

アラスカ湾海域の北西部水域において1966年と1967年に採集された1,623尾と665尾の標本魚を用いて、年令と体長の関係を検討し、下記のような結果が得られた(千国, 1971a)。

- (1) 14才までの年令範囲では、年令と尾又長の間で性による相異が認められない。
- (2) 鱗の年輪半径にはLEE現象が認められ、それは漁獲選択性に起因して生じたとする仮説が合理的と判断される。
- (3) 鱗の年輪半径および計算体長の定差図は折線を呈し、アラスカメヌケは若令期と高令期で生長様式を異にしていると判断される。
- (4) 生長様式を変換する時期は3~5才(平均的に4.6才)と考えられる。その変換は、個体では短期間のうちになされるが、個体変異が大きいため個体群としては中広い期間になっていると考えられる。
- (5) 生長様式の変換は、アラスカメヌケが遊泳生活から底生生活に移ることに伴って生じていると考えられる。
- (6) 年令一尾又長の関係式は、4.6才を境としてそれぞれ、

$$l_1 = 28.98(1 - e^{-0.3408(t-0.1908)}) \quad t \leq 4.6$$

$$l_2 = 41.13(1 - e^{-0.1043(t+3.0046)}) \quad t > 4.6$$

( $l$ : 尾又長 cm,  $t$ : 年令)

となる。計算された年令別尾又長を、他の結果と対比して、Table 5 および Fig. 18 に示した。

- (7) 年生長量は4~5才までの若令期には大きい、高令になると非常に少なく、12才以上では1cm以下

**Table 5.** Comparison of the calculated fork lengths in centimeter reported by several scientists respectively for the Pacific ocean perch, sexes combined, collected from the Gulf of Alaska region.

Age	CHIKUNI (1971a)	Fastest growth in CHIKUNI's data (This study)	LYUBIMOVA <sup>1)</sup> (1964)	WESTRHEIM <sup>2)</sup> (1973)
1	6.98	6.98	3.1	6.6
2	13.34	13.34	10.1	
3	17.85	17.85	15.5	13.5
4	21.07	21.45	19.6	
5	23.28	24.29	22.8	19.0
6	25.05	26.52	25.5	
7	26.64	28.47	27.6	23.4
8	28.08	30.17	29.5	
9	29.37	31.60	31.4	26.9
10	30.53	32.96	32.7	
11	31.58	34.09	34.2	30.0
12	32.53	35.09	35.5	
13	33.38	35.95	36.7	32.0
14	34.15	36.71	37.8	
15	34.84	37.37	38.8	33.8
16	35.46	37.95		
17	36.03	38.45		35.2
18	36.53	38.89		
19	36.98	39.28		36.3
20	37.40	39.62		
21	37.77	39.91		
22	38.10	40.17		
23	38.40	40.39		
24	38.67	40.59		
25	38.91	40.76		

1) Calculated by CHIKUNI (1971b) through the BERTALANFFY's formula derived from the original data reported by LYUBIMOVA (1964).

2) WESTRHEIM (1973) reported the lengths for selected age-groups only.

となる。扱った標本魚の最高年齢は19才であったが、極限体長などから考えると、少なくとも25才程度の寿命を有すると判断される。生長量の少ない長寿命の魚といえよう。

上記の年齢一尾又長の関係は、その報告の中でも述べているように、個体の平均的生長からすれば小さい方に偏ったものと考えられる。その偏りは特に大型高令魚になるほど大きい。上記の関係式を求めるために用いた標本魚は1967年に採集されたものであった。そして上記の関係式によって求められた6~15才の範囲の計算体長は、漁獲物の年齢別平均体長によく合致した。年齢一尾又長の関係式を求めるために用いた年齢別の鱗半径は、鱗の年輪半径に認められたLEE現象に回帰直線をあてはめて推定したものであった (Fig. 19)。Fig. 19からも明らかのように、6才以上の高令域における推定値は、実際に漁獲・測定された標本魚の満年齢時における鱗半径の近似値を求める方法で推定されたから、計算体長と漁獲物の年齢別平均体長が合致するのは当然である。つまり、上記のLEE現象の補正は、個体の平均的生長に対する補正ではない。このことから、1967年におけるアラスカ湾北西部の水域には、高令魚のうちで生長のよい個体が、すでにかかなり減少していたのではないと思われる。本論文の第IV章第1節において記述するように、アラスカ湾海域では1967年までに100万トン以上の漁獲が、数年という短期間の間になされている。したがって、漁獲選択性にもとづくLEE現象が急激に出現したと考え得る根拠は充分にある。

測定された鱗の年輪半径 (Fig. 19) から年輪間隔を計算し、年輪毎にその最大値を選び出して累積し、最も生長のよい個体の場合として年齢一体長関係を求めると、Table 5 および Fig. 18 に "Fastest growth"



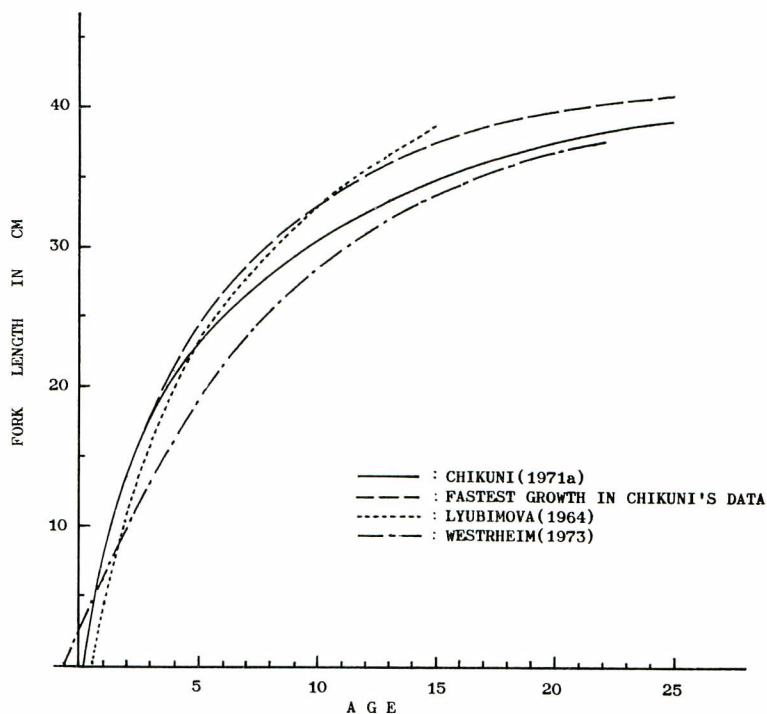


Fig. 18. Comparison of the age-length relationships obtained by several scientists for the Pacific ocean perch, sexes combined, collected from the Gulf of Alaska region.

として示したようになる。平均的な個体の年齢一体長関係は、前記の関係式で示した結果とこの最も生長のよい場合との中間にあると考えて支障ないものと思われる。

LYUBIMOVA (1964) の得た結果は、6才以上の高令域で、上記の最も生長のよい個体の場合によく近似している。LYUBIMOVA の報告した年齢別体長を用いて WALFORD の定差図を描くと、2本の直線がよく適合する(千国, 1971 a)。2本の直線の交点の計算体長は 23.8 cm で、年齢一体長関係式\*) から求めた年齢は 5.4 才である。この事は、LYUBIMOVA の用いた標本魚が 5.4 才を境にして、若令期と高令期で生長様式を異にしている事を現わしている。この事は著者の得た結果とよく符合する。LYUBIMOVA はこのような生長様式の変化がある事に何もふれていない。LYUBIMOVA はその資料の中で、3才の年生長量が2才のそれより大きい(約 5 mm)ことに着目し、アラスカメヌケは3才で底生生活に移行するとしている。著者は、年生長量の軽微な変化としてではなく、上記のように、生長様式そのものの変化として認められる現象の方が、生態学的に重要な意味を持っていると考える。

WESTRHEIM (1973) の報告した年齢と体長の関係は、著者および LYUBIMOVA (1964) の得た結果と大きく異なる (Table 5, Fig. 18)。体長は、全般的に著者の得た結果よりも小さく、若令期における計算体長が観測体長(年齢別平均体長)よりも小さく、よく一致していない。若令期における問題は、生涯を通してひとつの生長様式をあてはめた事に起因している(千国, 1971 b)。体長が全般的に小さい事については納得の行く理由が見出せない。WESTRHEIM の用いた標本魚は、1963~1969年の間に、著者や LYUBIMOVA (1964) の用いた標本魚とほぼ同じ水域で採集された。したがって標本魚の採集条件が大きな異なりの原因になるとは

\*) LYUBIMOVA の報告した年齢別体長を用いて著者が求めた。同報告は、年齢と体長の関係式を記述していない。

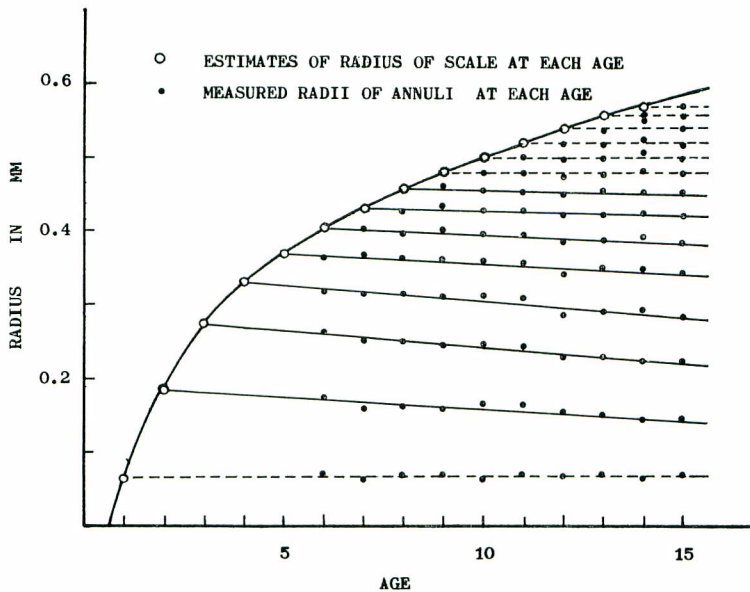


Fig. 19 LEE's phenomenon recognized in the radii of annuli on scale for the Pacific ocean perch, sexes combined, collected from the Gulf of Alaska in 1967.

The radii of scales for ages 2-8 are estimated by the regression line between age and radii of annuli for each age which are shown with solid line in the figure. The mean of radii of annuli for ages 1 and 9-14 are applied to the radius of scale at each age which are shown with dotted line in the figure.

考えられない。本節の第1項「年令形質」で述べたように、耳石の相は海域によって異なり、著者の経験ではこの海域におけるアラスカメヌケの耳石の相には独特の特徴がある。すなわち、耳石の中央部の輪紋が不明りようで、疑年輪の判定がむずかしい事である。そのことが、この海域におけるアラスカメヌケの、耳石による年令査定基準に誤りを持込んでいると考えられる。

### 2.2.2 ベーリング海海域

ベーリング海の東部斜面海域とアリューシャン海域において、1965年に採集された852尾の標本魚を用いて年令と体長の関係を検討した。標本魚から採集した鱗によって標本魚の年令を査定し、年令別の平均体長を求めた。標本魚を採集した月は4月から11月にわたっているが、標本数が少ないため、ここでは概括的な年令-体長関係を得ることを目的として、全部の資料を一括して取り扱った。

年令査定の結果、得られた性別の年令別体長組成を比較すると、いずれの年令においても雄と雌の間に有意な異なりは認められなかった。年令別平均尾叉長は、10才より高令の領域で雌の方が雄より若干大きい(Fig. 20)。しかしその差はわずかであるから、ここでの検討は便宜的に性込みで行なった。

ベーリング海の東部斜面海域とアリューシャン海域の差異を検討するため、それぞれ性込みの年令別体長組成と年令別平均体長を比較した。両海域の間で、年令別体長組成には有意な差異が認められず、年令別平均尾叉長は高令域で東部斜面海域における方がやや大きいように見受けられるが、その差はごくわずかである(Fig. 20)。したがって、年令と尾叉長の関係には両海域間で大きな差がないと判断し、以下の検討では両海域を一括して取り扱った。しかし、これら2海域間の差についてはさきに述べた性による相異の問題と共に、今後十分な数の標本によって更に調査する必要がある。

ベーリング海海域として得られた性込みの年令別尾叉長組成および年令別平均尾叉長を附表-IIIに掲げた。3才以下の若令魚の標本は得られなかったため、3才以下の尾叉長は不明である。年令別平均尾叉長のうち、標本数が充分にないために平均値が偏っていると考えられる15才以上の値を除き、4~14才の尾叉長を用い

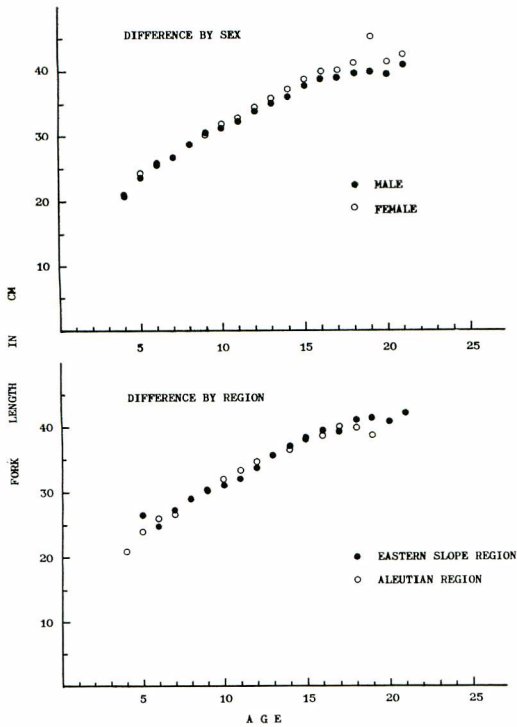


Fig. 20. Difference in age-length relation by sex and by region for the Pacific ocean perch collected from the Bering Sea in 1965.

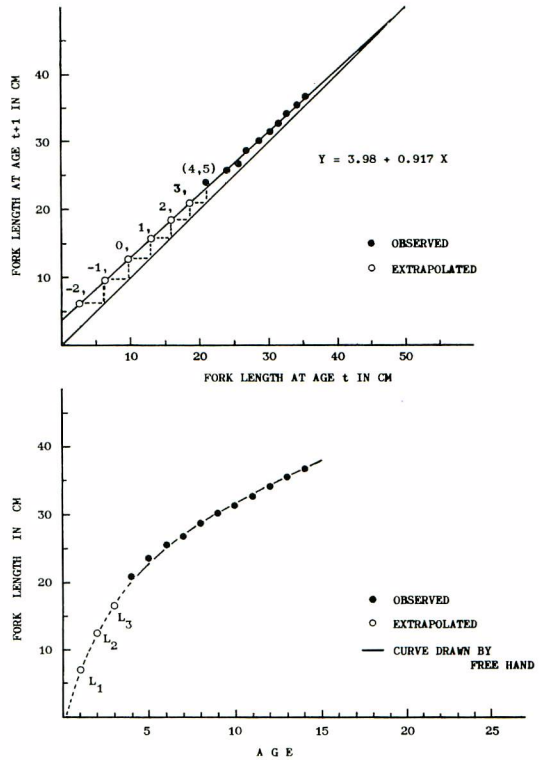


Fig. 21. Extrapolation of the age-length relationship on both the WALFORD graph and the age-length-curve drawn by free-hand, for the Pacific ocean perch, sexes combined, collected from the Bering Sea in 1966.

て描いた WALFORD の定差図を Fig. 21 に示した。全点を通して 1 本の直線がよく適合する。しかしその直線を用いて点を若令の方に外挿すると、-2 才まで存在しなければならないという不合理が生じる。かりに、稚魚期における生長量が特に大きいとしてみても、1 才時の尾叉長は過大である。このことから、ベーリング海におけるアラスカメヌケが、若令期には高令期におけると異った生長様式を持っている事が予測される。上記の定差図を描くのに用いたのと同じ資料で、年令に対する尾叉長の曲線をフリーハンドで描き、その曲線を原点に向かって外挿すると、1~3 才の尾叉長の外挿による推定値が得られる (Fig. 21)。

上記のようにして得られた 1~3 才の推定尾叉長と 3~14 才の年令別平均尾叉長とを用いて WALFORD の定差図を描くと、Fig. 22 に示したように、2 本の直線\*) がよく適合する。ベーリング海のアラスカメヌケについては、鱗の年輪半径の測定値がないため、1~3 才の推定尾叉長のたしからしさを直接的に確かめる事ができない。しかし、さきに検討したアラスカ湾海域におけるアラスカメヌケは、ここで得られたとほぼ同じパターンを示した。この事と、4 才以上の年令別平均尾叉長によって行なった WALFORD の定差図の検討から得られた予測とを合せ考えると、ベーリング海におけるアラスカメヌケも、若令のある時期にその生長様式を変化させていると考えられる。そして上記の 1~3 才の推定尾叉長は外挿した曲線の形状から、1~3 才時の

\*) 高令域の直線式を求める際、(6,7) 才の点はばらつきが大きいため除いた。



尾叉長にはほぼ近似したものと考えられる。

Fig. 22 に示した WALFORD の定差図から, BERTALANFFY の年令—体長関係式を求めた。生長様式を交換する尾叉長は 16.8 cm で, それは 3.01 才に当る。したがって, ベーリング海におけるアラスカメヌケの

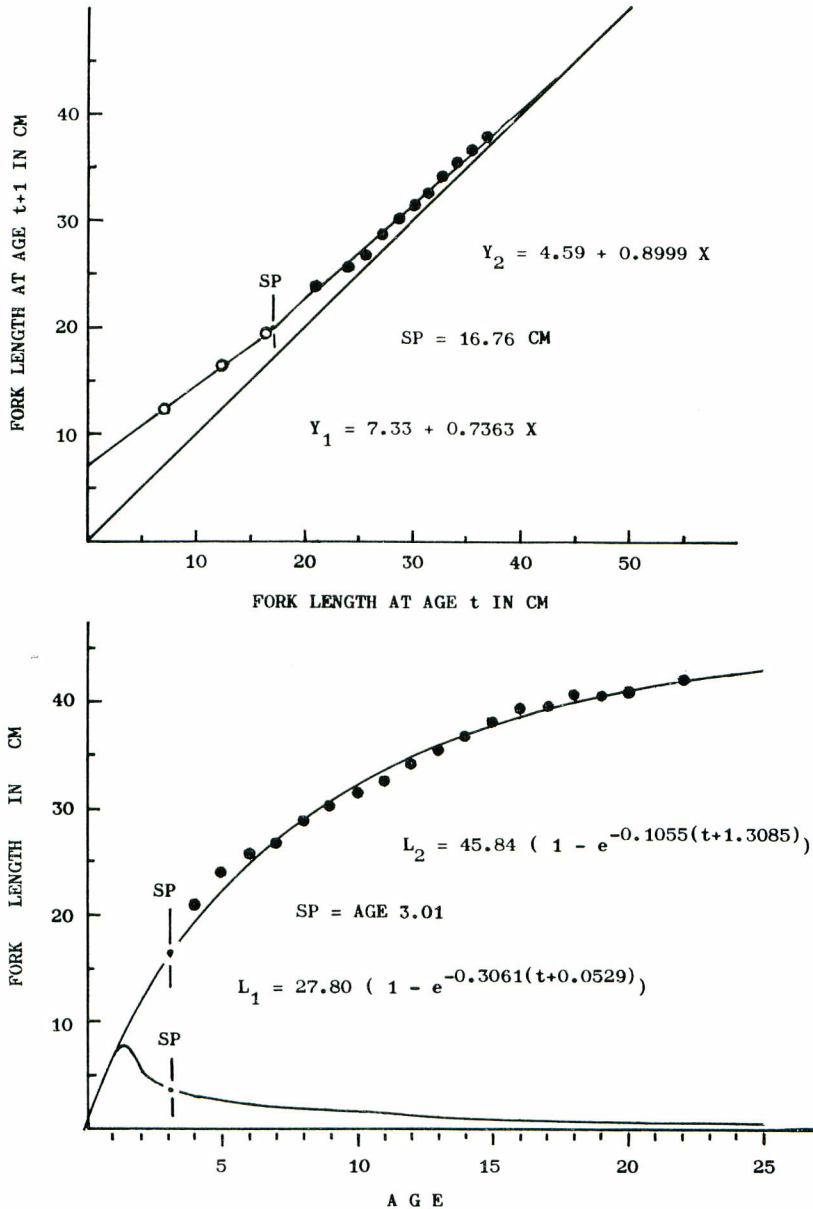


Fig. 22. Walford graph and the relationship between age and fork length for the Pacific ocean perch, sexes combined, collected from the Bering Sea in 1965. Fork lengths younger than age 4 used in the Walford graph test were estimated from the extrapolation of age-length curve with the original data. SP : Shifting point of the growth pattern.

年令と尾叉長の関係は、3.01 才を境として、

$$l_1 = 27.80 (1 - e^{-0.3061(t+0.0529)}) \quad t \leq 3.01$$

$$l_2 = 45.84(1 - e^{-0.1055(t+1.3085)}) \quad t > 3.01$$

( $l$ : 尾叉長 cm,  $t$ : 年令)

となる。上式によって推定した年令別の計算尾叉長と年生長量を Table 6 と Fig. 22 に、計算尾叉長と観測

**Table 6.** Comparison of the calculated fork length ( $FL_c$ ) with observed one ( $FL_o$ ) in centimeter for the Pacific ocean perch, sexes combined, collected from the Bering Sea in 1965.

Age	Calculated lengths by BERTALANFFY's formula		Observed mean lengths	
	Fork length ( $FL_c$ )	Annual increments	Fork length ( $FL_o$ )	Difference from ( $FL_c$ )
1	7.00			
2	12.48	5.48		
3	16.52	4.04		
4	19.50	2.98	21.00	1.50
5	22.28	2.78	23.97	1.69
6	24.64	2.36	25.70	1.06
7	26.76	2.12	26.66	-0.10
8	28.67	1.91	28.78	0.11
9	30.39	1.72	30.31	-0.08
10	31.94	1.55	31.50	-0.44
11	33.33	1.39	32.68	-0.65
12	34.58	1.25	34.20	-0.38
13	35.71	1.13	35.45	-0.26
14	36.72	1.01	36.75	0.03
15	37.64	0.92	38.10	0.46
16	38.46	0.82	39.37	0.91
17	39.20	0.74	39.50	0.30
18	39.86	0.66	40.81	0.95
19	40.46	0.60	40.58	0.12
20	41.00	0.54	40.94	-0.06
21	41.48	0.48		
22	41.92	0.44	42.32*)	0.40
23	42.31	0.39		
24	42.67	0.36		
25	42.98	0.31		

\*) The oldest age observed was 23, samples ranged in ages 21-23 were grouped together.

された年令別平均尾叉長との差を Table 6 に示した。計算尾叉長は若令と高令の両端域を除いて、7~15 才の範囲では観測尾叉長によく一致している。4~6 才の観測尾叉長は、標本魚を採集した時の漁具の選択効果によって標本魚が生長のよい大型魚に偏っているため、やや大きい値に偏っていると考えられる。主としてそのために、計算尾叉長との不一致が生じていると判断される。観測尾叉長の高令域における不一致は、標本数の不十分さから来た観測値のばらつきによるものと考えられる。したがって上記の関係式は、ベーリング海におけるアラスカメヌケの年令-尾叉長関係を概括的によく表わしているものと考えてよい。この資料で出現した最高年令は 23 才 (Table 6) であった。ベーリング海におけるアラスカメヌケは、少なくとも 25 才程度の寿命を有することが確実と思われる。

以上の検討の結果明らかとなったベーリング海海域におけるアラスカメヌケの生長の特徴は、すでに記述したアラスカ湾海域におけるアラスカメヌケのそれと、ほとんど同じである。すなわち、長寿命を持ち生長量が少ない事、年生長量は 4~5 才までの若令期に大きく高令になると著しく少ない事、若令のある時期に生長様

式を変換する事、などが両海域を通した特徴である。

ここで得られた生長様式を変換する年令は 3.01 才であった。ベーリング海におけるアラスカメヌケの鱗相について検討した際、年令と鱗の生長線数との関係は近似的な折線となる事が明らかとなった(千国, 1968a)。その供試標本では、生長線数の直線が折れ曲る年令がほぼ 2.8 才と 4.5 才であった。この生長線数の増加速度の変化は、アラスカ湾海域のアラスカメヌケにおけると同じように(千国, 1971 a)、魚体の生長様式の変化に伴って生じていると考えられる。したがって、ベーリング海海域におけるアラスカメヌケが生長様式を変換する年令も、ほぼ 3~5 才と考えられる。また、上記の鱗の生長線数の増加速度の変化は、1 個体では急激であるから、生長様式の変換は個体としては短期間のうちになされると判断される。

この生長様式を変換する事は、アラスカ湾海域のアラスカメヌケにおけると同じように、アラスカメヌケが遊泳生活から底生生活に移行する事に伴って生じていると考えられる。ベーリング海におけるアラスカメヌケも、稚魚期および未成魚期の生態がよくわかっていない。一般に底魚類は浅い沿岸域の海底でその未成魚期を過し、生育するに従って次第に深い海底へとその生息場を移す。しかし、ベーリング海におけるアラスカメヌケは 100 m 以浅の大陸だな上で採捕される事はほとんどない。ベーリング海東部の大陸だな上では、水産庁遠洋水産研究所がほぼ毎年、調査船によって小型トロール漁具を用いた定点調査を行なっている(千国, 1970 b, 1971 d)。もしアラスカメヌケの未成魚が大陸だな上に分布していれば、この定点調査の際に採捕される筈である。また、同研究所が実施している胃内容物調査の際にも、オヒョウやアブラガレイなどの魚食性魚類の胃

**Table 7.** Fork length by age in centimeter reported by GRITSENKO (1963) and PAUTOV (1970) respectively for the Pacific ocean perch, sexes combined, collected from the Bering Sea.

Reporter Sampling year Age	GRITSENKO (1963)	PAUTOV <sup>1)</sup> (1970)
	1958	1965
1	6.3	
2	9.8	
3	13.1	
4	16.1	
5	19.1	
6	22.2	
7	24.7	
8	27.1	28.5
9	29.0	31.9
10	31.0	33.3
11	32.8	34.0
12	34.2	35.2
13	35.4	36.3
14	37.0	37.6
15	38.0	38.5
16	39.0	39.4
17		39.8
18		39.4
19		40.4
20		41.2
21		42.0
22		43.7

1) The mean lengths between male and female for ages 8-17 were calculated by the author from the original data, no data was reported for male older than 18.

の内に、大型のメヌケ類(アラスカメヌケと思われる)が発見される事があっても、小型で未成魚と思われるメヌケ類が出現した事はない。これらの事を総合して、アラスカメヌケの未成魚は海底附近には生息していないと判断される。ベーリング海におけるアラスカメヌケも、3~5 才に生育するまでの稚魚・未成魚期には、海の表層もしくは中層に分布し遊泳生活を行なっていると考えられる。

GRITSENKO (1963) と PAUTOV (1970) は、それぞれ 1958 年と 1968 年に採集された標本魚を用いて、ベーリング海のアラスカメヌケの年令と体長の関係を報告している(Table 7)。その結果を、著者の得た結果と対比して Fig. 23 に示した。GRITSENKO の用いた解折の方法は明らかでないが、1~3 才の体長を記載しているから、鱗の年輪半径から逆算体長を求めたものと思われる。PAUTOV の得た結果は著者のそれによく一致しているが、GRITSENKO による結果は著者および PAUTOV の結果と異なる。特に、2 才から 10 才の間の体長は著者の得た体長よりも小さく、その差も大きい。GRITSENKO の得た結果のうち、かりに 2 才の体長を除いて、3 才以上の年令を 1 才ずつ減じてやると、体長は著者および PAUTOV の得た結果によく近似する。



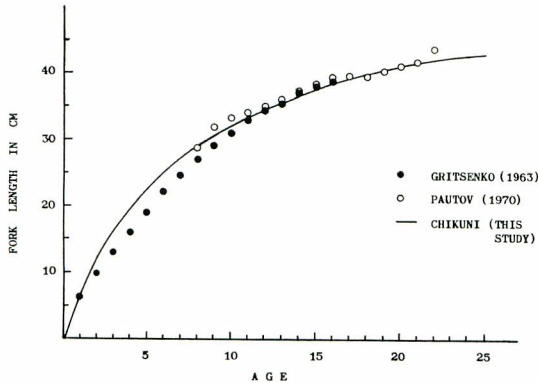


Fig. 23. Comparison of the age-length relationships reported by GRITSENKO (1963) and PAUTOV (1970) with the result obtained by the author in this study for the Pacific ocean perch, sexes combined, collected from the Bering Sea.

Table 8. Calculated fork length in centimeter through refined age-length formula from the results reported by WESTRHEIM (1973)<sup>1)</sup> for the Pacific ocean perch, sexes combined, collected from the Eastern Pacific region<sup>2)</sup>.

Age	Fork length	Age	Fork length
1	7.83	16	39.62
2	12.16	17	40.32
3	15.99	18	40.95
4	19.39	19	41.50
5	22.40	20	41.99
6	25.07	21	42.42
7	27.43	22	42.81
8	29.52	23	43.15
9	31.37	24	43.45
10	33.02	25	43.72
11	34.48		
12	35.77		
13	36.91		
14	37.92		
15	38.82		

- 1) WESTRHEIM reported the relationship formulae by sex, mean value of the parameters were adopted in this study for the relationship with both sexes combined.
- 2) From off British Columbia to off Oregon State.

### 2.2.3 東太平洋海域

この海域におけるアラスカメヌケの年齢一尾長関係については、WESTRHEIM (1973)と GUNDERSON (1974)が報告している。二人の得た結果には若干の異なりがあるが、その特徴はよく似ている。ふたりとも、この海域のアラスカメヌケの生長速度は性によって異なり、雌の方が雄よりも大きいとしている。ただ、ふたりの得た BERTALANFFY の年齢一尾長関係式における4才以下の若令の部分は、生涯を通じてひとつの生長様式をあてはめたため、アラスカ湾海域における論議の中で述べたと同じような疑問が若干残っている。5才以上の高令部については特に大きな問題はない。

WESTRHEIM (1973) の報告したこの海域におけるアラスカメヌケの年齢一尾長関係式は、

$$\text{雄 } l = 43.3(1 - e^{-0.135(t-0.4)})$$

$$\text{雌 } l = 48.2(1 - e^{-0.106(t-0.7)})$$

( $l$ : 尾叉長 cm,  $t$ : 年齢)

である。ここでは雄雌のパラメーターの平均値を求めて、性込みで、

$$l = 45.8(1 - e^{-0.121(t-0.55)})$$

として本論文の研究に用いた。この関係式によって計算した年齢別尾叉長を Table 8 に示した。

### 2.2.4 海域間の比較

以上検討を加えて来た結果、アラスカ湾海域およびベーリング海海域におけるアラスカメヌケについては著者の得た結果が妥当なものと判断され、東太平洋海域については WESTRHEIM (1973) の得た結果が比較的

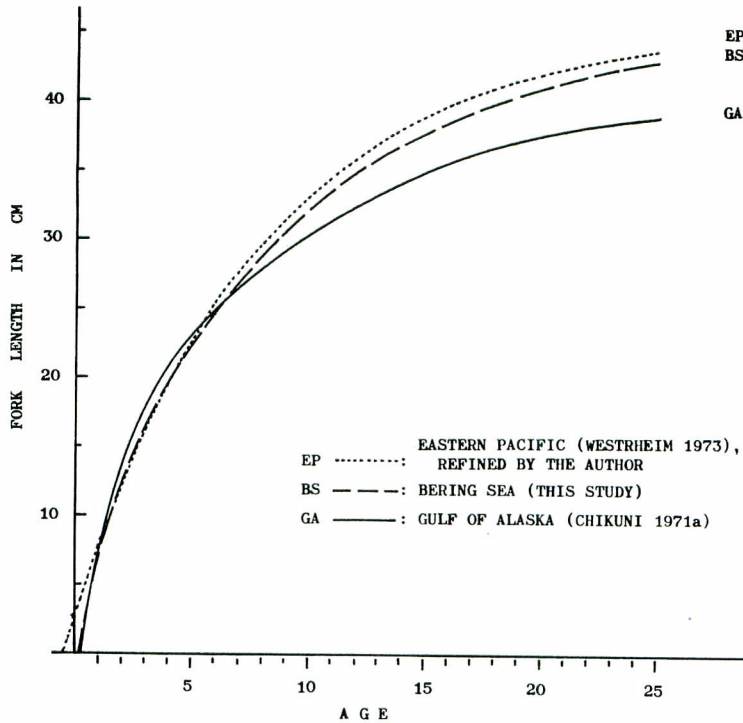


Fig. 24. Comparison of age-length relationships among regions in the North Pacific. WESTRHEIM (1973) reported the age-length formulae by sex, mean value of the parameters were adopted in this study for the relationship with both sexes combined.

妥当なものと判断されたので、それらを各海域における代表的な年齢—体長関係として海域間の比較を行なった (Fig. 24)。

3 海域の年齢—体長関係を総合的に比較すると、生長量はアラスカ湾海域が最も小さく、次いでベーリング海海域、東太平洋海域の順に大きい。極限体長の大きさもほぼその順序で (41.1, 45.8, 45.8 cm), 高令域における生長量の格差を示していると考えられる。これら海域の漁獲物体長組成の間にも、同じ順序で、ほぼ同じ程度の差で体長の違いが認められた (Fig. 10, 11)。したがって年齢—体長関係の海域による異なりは、系統群間の相異と考えることが出来る。この生長量の違いは、5~6才までの若令期に生じるのではなく、それ以後の高令期における年生長量が異なるために生じていると考えられる (Fig. 24)。アラスカ湾海域系統群の中における生長量の個体変異は、年生長量の大きい若令期にほとんど生じていた (千国, 1971 a)。ベーリング海海域におけるアラスカメヌケも、本節の「年齢別体長組成」の項で記述するように、生長の個体変異は5~6才までの若令期に大きく現われている。系統群間の生長の相異は、この生長の個体変異の現われ方と対照的である。

本章第4節「摂餌」で記述するように、ベーリング海海域における餌生物環境は、アラスカ湾海域におけるよりも好条件である。すなわち、ベーリング海海域においては餌となり得る生物の種と量が豊富であり、かつ餌生物の栄養段階が高い。この事が、ベーリング海におけるアラスカメヌケの生長量が大きい事的主要原因であると考えられる。

北東太平洋におけるアラスカメヌケの生息水域の水温は、北西部で低く、南東に行くに従って高い。DODIMEAD *et al.* (1963) の報告した 1958 年の夏期における北太平洋亜寒帯の上層部下限 (水深 75~275 m)

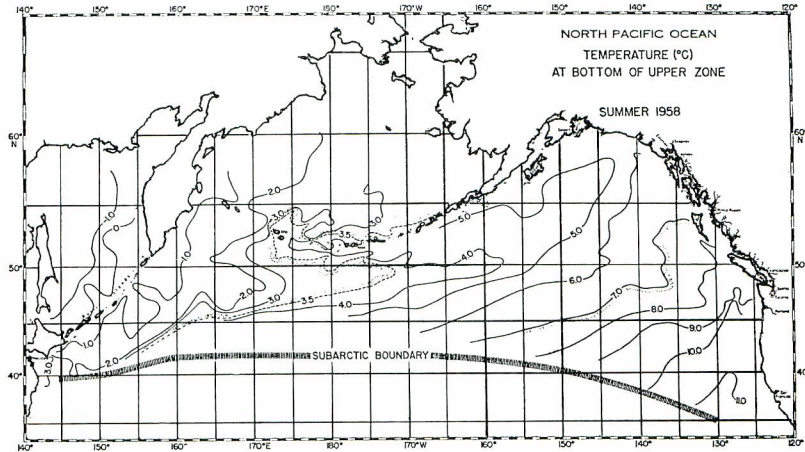


Fig. 25. Distribution of the water temperature at bottom of upper zone in the North Pacific in summer 1958, from DODIMEAD, FAVORITE, HIRANO (1963).

の水温分布を Fig. 25 に示した。同報告によれば、ブリティッシュ・コロンビア以南の陸だな斜面の水温は、Fig. 25 の記載値よりも若干低い ( $5.5\sim 7.5^{\circ}\text{C}$ )。アラスカ湾海域の中でも東部におけるほど魚群の体長は大きく (Fig. 12)、アラスカ湾海域よりも東太平洋海域における方が生長量は大きい (Fig. 24)。北東太平洋におけるアラスカメヌケの生長の、上記のような水域による相異は、生息場の水温の違いによる所が大きいと考えられる。

DODIMEAD *et al.* (1963) によれば、ベーリング海北西部からカムチャッカ半島沖を経て千島列島沖に至る陸だな斜面附近の水温は、Fig. 25 に示した上層部下限の水温よりは若干高く、 $2.5\sim 4.0^{\circ}\text{C}$  程度である。また同報告によれば、水深 200 m 以深の水温は冬期においてもほとんど変化しない。上記の事項とアラスカメヌケの分布について得られた知見を合せ考えると、アラスカメヌケは水温  $2.5\sim 7.5^{\circ}\text{C}$  の範囲に生息し、その適水温の範囲は  $4\sim 6^{\circ}\text{C}$  であると判断される。

アラスカ湾海域におけるアラスカメヌケの生長には、雄と雌の間に有意な差が認められなかった (千国, 1971a)。LYUBIMOVA (1964) も同じような報告をしている。ベーリング海におけるアラスカメヌケでは、10才以上の高令になるとわずかながら雌の方が雄よりも生長量が大きかった (Fig. 20)。WESTRHEIM (1973) の得た東太平洋海域におけるアラスカメヌケの生長が、雌雄間の差が最も大きい。これらの結果を総合して、もともとアラスカメヌケの生長の性による相違は大きなものではないと判断される。そして、アラスカ湾海域におけるアラスカメヌケについては、生長量が全般的に小さいため雌雄間の差を明りょうに認め得なかったものと考ええる。GRITSENKO (1963) と PARAKETSOV (1963) とがそれぞれベーリング海海域のアラスカメヌケについて、雄と雌の生長速度は同じである、としたのは判断の誤りであろう。

### 2.2.5 アラスカメヌケに現われた LEE 現象について

アラスカメヌケの年令形質について LEE 現象が存在している事を認めたのは、現在までの所、アラスカ湾海域における標本魚の鱗を用いて検討した著者の報告だけである (千国, 1971a)。同報告では、用いた標本魚の数が充分になかったため、詳細な吟味はなし得なかった。しかし、いわゆる LEE 現象の特徴は明りょうに認められ (本論文 Fig. 19)、その成因としては、古い時代に ROBERTSON (1936) が提唱した漁獲選択性によるとする仮説が合理性を持っていると考えられた。

漁獲選択の効果が LEE 現象として具現する過程には二つの相があると考えられる。そのひとつは、漁獲の選択性によって各年令の中で大型魚に偏った漁獲死亡が累積して、個体群の体長組成が変形して行くという相である。この相は、原理的には ROBERTSON (1963) が sprat (*Sprattus sprattus*) の特定年級群を 3カ



年にわたって追跡調査し、drift-net による漁獲物の鱗の第2輪の半径が年を追って小さくなる事を認めたと同じ経過である。他のひとつの相は、LEE 現象を発見した標本魚を採集した時点における漁獲選択性の効果である。この相の影響は、標本魚のうちでも若令魚の部分により強く現われている。

このような過程と過去の漁業の開発の経過を合せ考えると、ベーリング海海域や東太平洋海域においても、当然 LEE 現象がおこっていると考えられる。また、一般には LEE 現象は逆算体長を取り扱う際の問題とされて来たが、観測体長（年令別平均体長など）を取り扱う場合でも上記のふたつの相の経過は避けることができない。つまり、平均的な個体の年令一体長関係からすれば、高令魚の観測体長は小さ目に、若令魚の観測体長は大き目に、それぞれ偏った観測値が得られる事となると思われる。したがって観測体長のみを取り扱う場合にも、その事に充分留意しなければならない。

アラスカメヌケの研究の中で上記の2つの相が、どの様に、どの程度に影響をおよぼし合っているかについては、急には明らかにし難い。長い期間の資料によって十分に吟味する必要がある。

CHEN (1970) は、カリフォルニア沖で採集された *Sebastes umbrosus* について研究した中で、*Sebastes* 属の魚種に認められた LEE 現象について数少ない報告を行なっている。CHEN は *S. umbrosus* の耳石の年

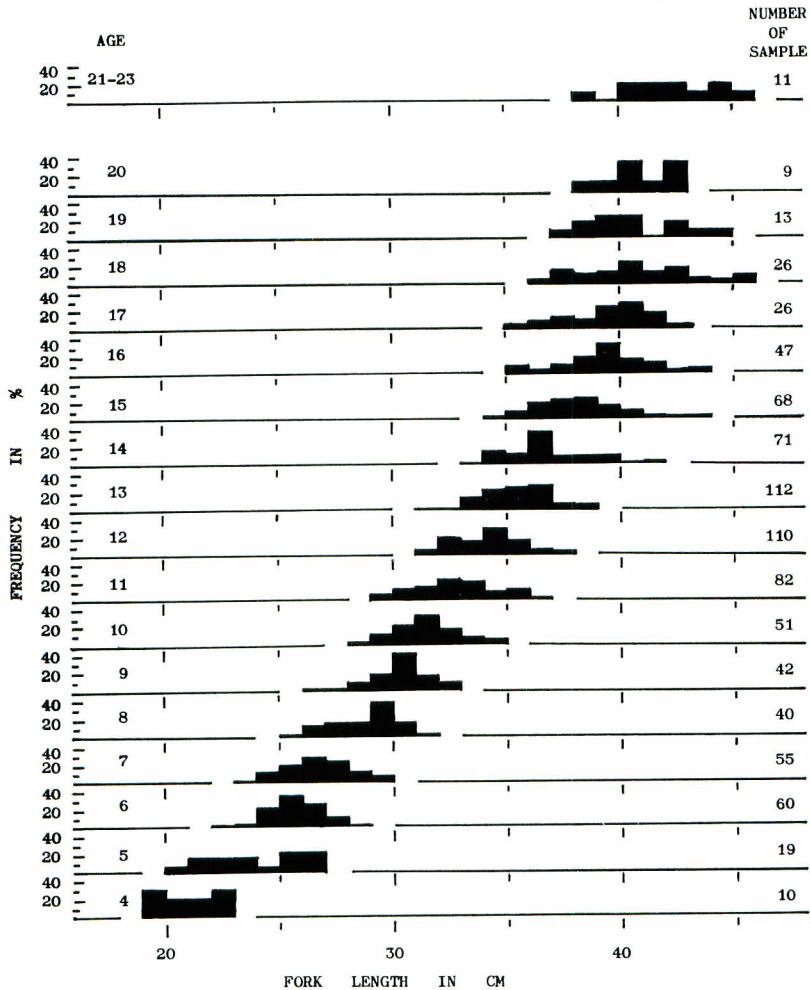


Fig. 26. Length frequency distribution by age for the Pacific ocean perch, sexes combined, collected from the Bering Sea in 1965.

**Table 9.** Kai-square test for the normal-distribution-nature of the length composition by age of the Pacific ocean perch, sexes combined, collected from the Gulf of Alaska region in 1966.

OBS : Observed frequency distribution\*)

EXP : Expected frequency distribution from the normal distribution which has the same mean and variance to the observed composition\*)

Fork length	Age 7		Age 8		Age 9		Age 10		Age 11		Age 12		Age 13		Age 14	
	OBS	EXP	OBS	EXP	OBS	EXP	OBS	EXP	OBS	EXP	OBS	EXP	OBS	EXP	OBS	EXP
~25 (cm)	10	9.0														
26	9	8.5	6	6.5												
27	7	11.0	14	15.0												
28	10	11.2	33	28.1	52	50.4	40	44.3								
29	14	9.1	24	33.6	48	49.6	52	56.9	26	32.8						
30	9	10.3	34	25.9	72	57.6	105	81.3	58	47.6	54	52.1	8	8.1		
31			16	17.8	43	48.3	87	85.6	80	70.9	58	42.2	9	8.2		
32					21	29.3	63	66.4	81	75.4	47	50.3	15	12.4	5	4.4
33					17	17.9	48	60.3	40	57.2	45	47.9	14	15.5	1	2.9
34									46	46.9	24	36.3	14	16.4	4	3.7
35											19	21.9	17	14.6	5	4.3
36											20	16.1	11	10.9	5	4.5
37													11	12.8	3	4.2
38															5	3.5
38~															6	6.4
Total	59	59.1	127	126.9	253	253.1	395	394.8	331	330.8	267	266.8	99	98.9	34	33.9
Mean (cm)	27.09		28.41		29.46		30.17		31.18		31.78		33.32		35.38	
Standard deviation	2.052		1.504		1.753		1.811		1.722		2.097		2.396		2.993	
$\chi_0^2$	4.53 <i>ns</i>		6.42 <i>ns</i>		6.68 <i>ns</i>		10.45 <i>ns</i>		10.44 <i>ns</i>		11.87 <i>ns</i>		1.77 <i>ns</i>		2.53 <i>ns</i>	
$\phi$	5		5		5		5		5		6		7		7	
$\chi^2(\phi, 0.05)$	11.07		11.07		11.07		11.07		11.07		12.59		14.07		14.07	

\*) Frequencies at marginal portion of the distribution in each age were grouped into both uppermost and lowermost length-classes.

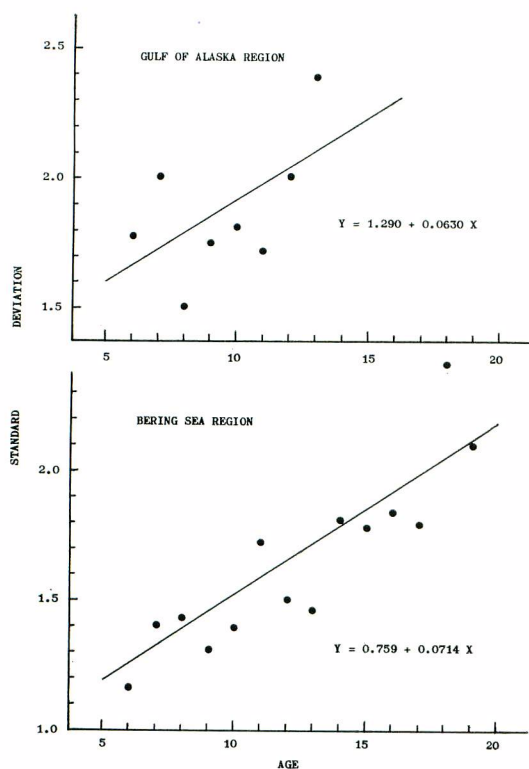


Fig. 27. Relationships between age and the standard deviation of length composition for the Pacific ocean perch, sexes combined, in the North Pacific.

によって、年令別体長組成の形状およびそれと年令との関係を検討した (Fig. 26, 附表-III)。体長の変異はすでに5~6才の若令期までに大きくなっている事、変異の巾は年令と共に大きくなる事、分布型は正規分布に近い事、などの特徴はアラスカ湾海域のアラスカメヌケにおけるとほとんど同じである。

上記のアラスカ湾海域とベーリング海海域の資料について、それぞれ年令別体長組成の標準偏差を求めて、年令とそれらとの関係を見ると、生長の個体変異による体長組成のちらばりが年令と共に大きくなる事を明りように示している (Fig. 27)。年令と標準偏差との間には、ややばらつきは大きい、海域毎にひとつの回帰直線が適合し、体長組成の標準偏差は年令に比例して大きくなっていると考えてよい (Fig. 27)。ベーリング海海域における標準偏差はアラスカ湾海域におけるそれよりも小さいが、これは海域の特徴というよりは、ここで取り扱ったベーリング海海域の標本数が充分に大きくない事から来たものと思われる。この点については将来充分な資料を収集して検討したい。ここで得られた回帰直線を用いて、両海域におけるアラスカメヌケの年令別の体長組成の標準偏差を求めて Table 10 に掲げた。これらの値は、本論文の第IV章で取り扱う年令組成を推定する際のパラメーターの近似値とする事ができる。

東太平洋海域におけるアラスカメヌケについては、現在の所この種の検討を行なえる資料がない。しかし、ALVERSON・WESTRHEIM (1961) が報告した鱗の輪紋数別の体長組成についての予報的な資料\*) によれば、著者がここで得たと同じ傾向の特徴が認められる。従って東太平洋海域におけるアラスカメヌケにも、年令と

輪半径を測定し逆算体長と観測体長の間にはLEE現象を認めた。そしてその成因としては、漁獲選択性などでなく、死亡率が体長に従属的に変化する事がより合理的なものとして考えられるとしている。しかし、漁獲死亡こそ体長従属的な死亡と考えられるが、自然死亡の中にLEE現象を生ぜしめるほどの選択効果を持った体長従属的な要因があるとは考え難い。

## 2.2.6 年令別体長組成

アラスカ湾海域におけるアラスカメヌケの年令別体長組成は、生長の個体変異が大きいために、巾広いものとなっている (千国, 1971 a)。しかも生長の個体変異は年生長量の大きい若令期に強く作用して、年令別体長組成の巾は6~7才の若令期からかなり広い (尾叉長 25 cm で巾 9 cm)。そしてその変異の巾は年令と共に大きくなる。体長組成の分布の形状は、各年令共、平均値を中心にほぼ左右対象の正規分布型を呈する。標本数の大きい7~14才について、年令別体長組成の分布型の正規性を検定してみると、いずれの年令においても有意な差は認められない (Table 9)。

ベーリング海におけるアラスカメヌケについて、生長の解析に用いたと同じ資料に

\*) 同報告の中で記述されているように、この結果は輪紋数の読みとり基準に誤りがあるため、年令別体長組成として厳密な検討をする事ができない。



**Table 10.** Estimated standard deviation of the length composition by age for the Pacific ocean perch, ages 5 to 25, sexes combined, in the Gulf of Alaska and the Bering Sea.

Age \ Region	Gulf of Alaska	Bering Sea
5	1.605	1.116
6	1.668	1.187
7	1.731	1.259
8	1.794	1.330
9	1.857	1.402
10	1.920	1.473
11	1.983	1.544
12	2.046	1.616
13	2.109	1.687
14	2.172	1.759
15	2.235	1.830
16	2.298	1.901
17	2.361	1.973
18	2.424	2.044
19	2.487	2.116
20	2.550	2.187
21	2.613	2.258
22	2.676	2.330
23	2.739	2.401
24	2.802	2.473
25	2.865	2.544

年令別体長組成の間には普遍的な関係が存在していると判断される。

### 2.3 年令と体重の関係

年令と体重の関係は、年令と体長の関係および体長と体重の関係から推定される。年令と体長の関係は、本節の前項で得られた結果 (Table 5, 6, 8, Fig. 24) を用い、体長と体重の関係については下記の関係式を用いて、海域別に年令と体重の関係を求め、その海域間の相違について検討した。

#### 2.3.1 体長と体重の関係

アラスカ湾海域におけるアラスカメヌケの体長と体重の関係は、雌雄の間に有意な差はなく、性込みの関係式は、

$$W = 0.01544L^{2.948} \quad (W: \text{体重 g}, L: \text{尾又長 cm})$$

である (千国, 1971 a)。

ベーリング海におけるアラスカメヌケの体長と体重の関係は、生長の解折に用いた標本魚のうち、体重を測定した 675 尾の資料を用いて求めた。あらかじめ雌雄別に検討したところ、雄と雌の間に有意な差は認められなかったため、ここでは性込みで取り扱った。ベーリング海の東部斜面海域とアリューシャン海域とに分けて、得られた結果は下記および Fig. 28 に示した通りである。

東部斜面海域

$$W = 0.02602L^{2.813}$$

アリューシャン海域

$$W = 0.02285L^{2.828}$$

上記の関係を比較すると、東部斜面海域の方がアリューシャン海域より体重が重い (Fig. 28)。しかしその差はわずかであったため、ここでは両海域の資料を一括にして求めた、

$$W = 0.01766L^{2.913}$$

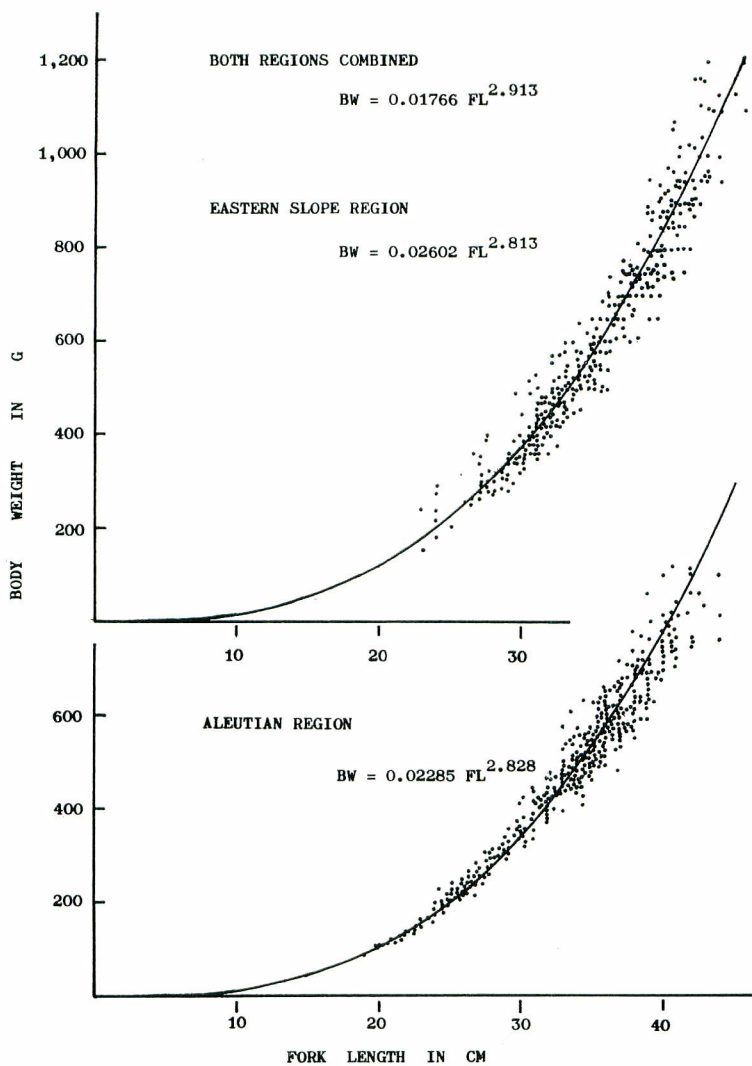


Fig. 28. Relationships between fork length and body weight for the Pacific ocean perch, sexes combined, collected from the Bering Sea in 1965.

を以後の検討に用いた。

東太平洋海域におけるアラスカメヌケの体長と体重の関係については、ALVERSON・WESTRHEIM (1961), WESTRHEIM (1973), および WESTRHEIM・SNYTKO (1974) らが報告している。それらの報告に記述された体長-体重関係式のパラメーターの値は、かなりのばらつきをもっている。本研究においては、多数の標本について検討し、他の海域との比較を行なった WESTRHEIM・SNYTKO (1974) の資料から、ブリティッシュ・コロンビア沖について得られた結果を、比較の対象として取り上げた。すなわち、

$$W = 0.01091L^{3.066}$$

である。

ベーリング海、アラスカ湾、および東太平洋の3海域における体長-体重関係の比較を Fig. 29 に掲げた。体重はアラスカ湾海域において最も小さく、次いでベーリング海海域、東太平洋海域の順に大きい。アラスカ

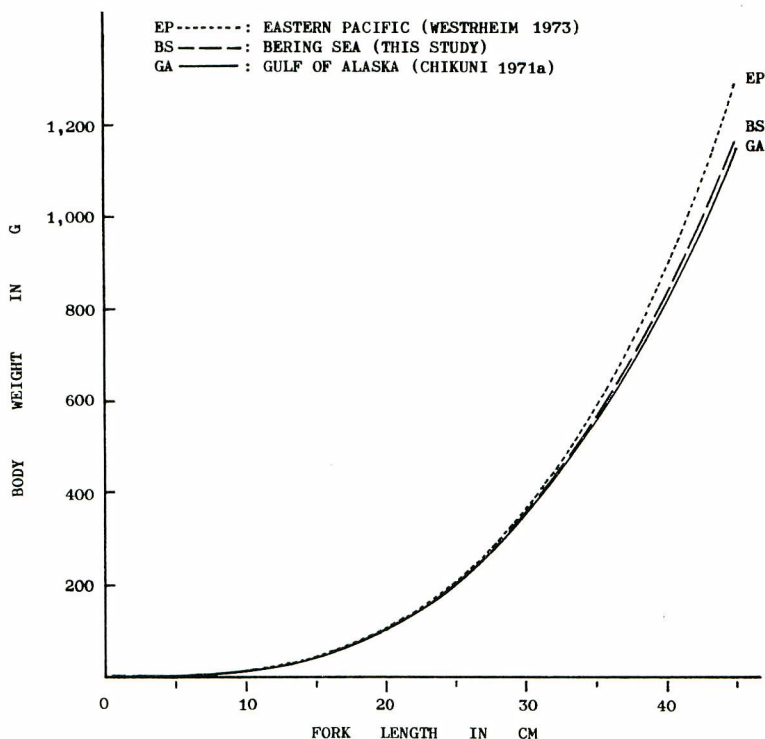


Fig. 29. Comparison of the length-weight relationships among regions for the Pacific ocean perch, sexes combined, in the North Pacific.

湾海域と東太平洋海域との格差はかなり大きい。これらの順位や格差は、さきに記述した体長の海域間の差異におけると同じである。したがって体長一体重の相対生長にも、体長における同質の異なりが海域間に存在しており、それらは系統間の異なりと考えてよいであろう。WESTRHEIM・SNYTKO (1974) も北太平洋のいくつかの水域における体長一体重関係について検討し、ほぼ著者の得た結果に近い結果を得た事を報告している。

### 2.3.2 年令と体重の関係

海域別に求めた年令別の計算体重を Table 11 と Fig. 30 に示した。体重はアラスカ湾海域が最も小さく、次いでベーリング海、東太平洋海域の順に大きい。海域間の差はかなり大きい。年令一体長関係、体長一体重関係のそれぞれにおいて認められた差が相乗的に現われていると考えられる。ただアラスカ湾海域については、すでに論議したように、年令一体長関係が少し小さい方に偏っていたと考えられるから、平均的な個体の年令一体重関係としては、若干大きいのが真実であると考えられる。6才以下の若令期における異なりは、年令一体長関係の推定値における若干の不確かさを解明しない限り、厳密な比較の対象となし得ない。しかし差はわずかである。WESTRHEIM (1973) は、著者の得た年令一体重関係 (千国, 1971a) には年増重量にピークがふたつ存在していると指摘した。これは著者が、年令一体長関係に近似的にふたつの関係式をあてはめた事から来る軽微な誤差であって、生態的な意味は何もない。

なお、計算体重を求める際、BERTALANFFY の関係式を近似的に3乗して計算するという既報 (千国, 1971a) で用いた方法より、本報で用いた方法による方がより正確な値が得られると考える。



**Table 11.** Calculated weight in grams for the Pacific ocean perch, sexes combined, by region in the North Pacific.

Region Age	Bering Sea <sup>1)</sup>	Gulf of Alaska <sup>2)</sup>	Eastern Pacific <sup>3)</sup>
1	5.1	4.8	6.0
2	27.6	32.1	23.1
3	62.5	75.7	53.6
4	101.2	123.4	96.7
5	149.3	165.7	150.6
6	200.2	205.6	212.6
7	254.6	246.5	280.2
8	311.2	287.9	350.9
9	368.8	328.7	422.8
10	426.3	368.4	494.8
11	482.6	407.1	564.9
12	537.3	444.2	632.3
13	590.0	479.3	696.1
14	640.0	512.7	756.2
15	687.8	543.8	812.6
16	732.4	572.9	865.0
17	774.2	600.4	912.7
18	812.8	625.3	957.2
19	849.0	648.3	997.1
20	882.4	670.3	1,033.7
21	912.9	690.0	1,066.5
22	941.4	708.0	1,096.8
23	967.1	724.5	1,123.8
24	991.3	739.6	1,147.9
25	1,012.4	753.3	1,169.9

1) CHIKUNI (This study)

2) CHIKUNI (1971a), method of the calculation was refined by the author.

3) WESTRHEIM (1973), age-length formula used in the calculation was refined by the author as explained in the text.

### 3 繁 殖

アラスカ湾海域におけるアラスカメヌケについては1967年の1月から11月の間に採集された1,068尾の標本魚を用い、ベーリング海海域については1964年から1966年の間に採集された744尾の標本魚を用いて、生殖腺の状態を調査し、繁殖についての研究を行なった。

アラスカ湾海域で採集した標本魚は、船上で冷凍し、研究室に持ち帰って測定した。ベーリング海海域で採集した標本魚は船上で測定した。ベーリング海海域における資料は数年間にわたっているが、標本数が少なく、ここでは繁殖生態の季節性を概括的に把握することを目的としたため、異なった年の資料を月別にまとめて用いた。

#### 3.1 性成熟の季節的リズム

生殖腺重量の季節的变化をみると、一般に雄では7～9月の夏期に大きく雌では2～4月の春期に大きい。この生殖腺重量の季節的な変化は、尾叉長24 cm以下の小型魚には認められず、生殖腺重量は年間を通じて小さいまま変化しない。また、生殖腺重量は、同一の時期では体長の大きい個体ほど大きい。この個体の体長と生殖腺重量との関係は、生殖腺重量の大きい時期（雄では夏期、雌では春期）に最も顕著に認められる。

生殖腺重量でみた生殖腺の熟度を表わす指数として、生殖腺重量指数 (GI: Gonad weight index) を次式によって計算し、検討に用いた。

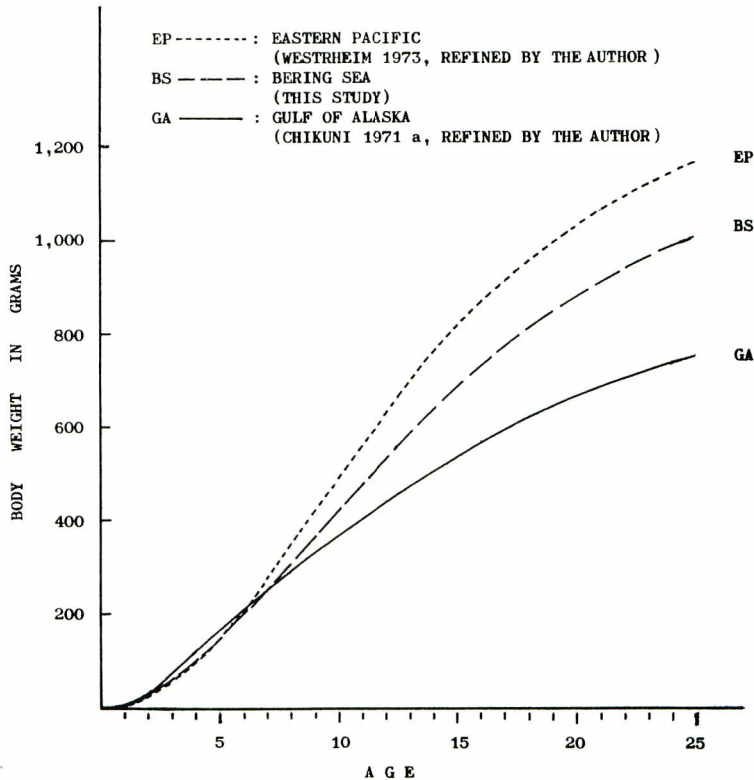


Fig. 30. Comparison of age-weight relationships among regions in the North Pacific.

$$GI_i = \frac{GW_i}{FL_i^3} \cdot 10^6$$

(GW: 生殖腺重量 g, FL: 尾叉長 cm)

個体ごとに得られた生殖腺重量指数から、性別・月別に体長階級(間隔 1 cm)ごとの平均の生殖腺重量指数を求めた。性別にみた体長と生殖腺重量指数の関係の月変化を、アラスカ湾海域について Fig. 31 と 32 に、ベーリング海海域について Fig. 33 と 34 に示した。

体長と生殖腺重量指数の関係の季節的な変化のパターンには、雌雄共に、アラスカ湾海域とベーリング海海域とで大きな違いはない。

雄の生殖腺重量指数は、いずれの時期においても、体長が大きいほど大きいという右上りの形状を呈している (Fig. 31, 33)。12~1 月には、その右上りの傾斜が年間で最も小さい。この時期の精巣は桃色のひも状を呈し、内容物はほとんどない。生殖腺重量指数はその後月が進むにつれて大きくなり、7 月に年間の最大となる。この時期の精巣は桃色から白味をおび、ぶよぶよと肥大して内容物が増加している。8~9 月には大型魚の生殖腺重量指数が低下して右上りの形状がくずれ、尾叉長 33 cm 以上では横ばいの傾向を呈するようになる。この時期から精巣の中央部は白濁色を呈し、液状になった内容物が存在しており、精子が分離していることが目視的に確認される。その後は月が進むにつれて、体長と生殖腺重量指数の関係はほぼ 8~9 月における形状を保ちながら、全体的に生殖腺重量指数の水準が低下して行く。この時期の精巣は、白濁した部分がますます増加すると共に、縁辺部が縮少してくぼみやくびれを呈するようになる。12 月には大型魚の生殖腺重量指数も低い水準となって、体長と生殖腺重量指数の関係は 1 月におけると同じ形状を示すようになる。

8 月以降に生殖腺重量指数が小さくなって行くのは、放精と吸収が行なわれて行く経過を示している。その

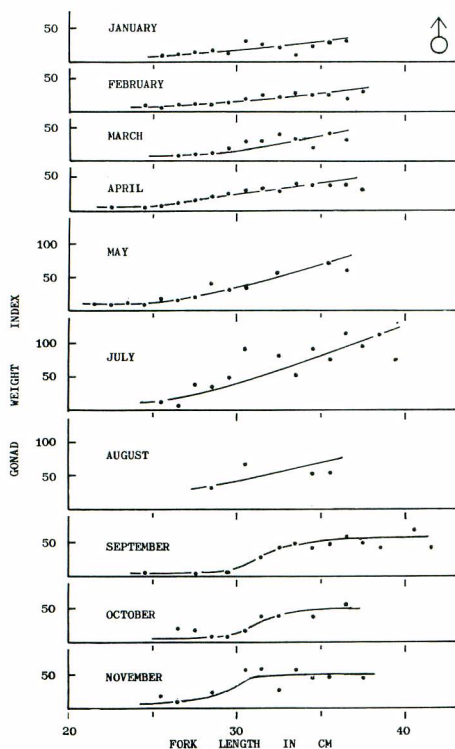


Fig. 31. Monthly change in gonad weight indices by body-length classes for the male Pacific ocean perch collected from the Gulf of Alaska in 1967.

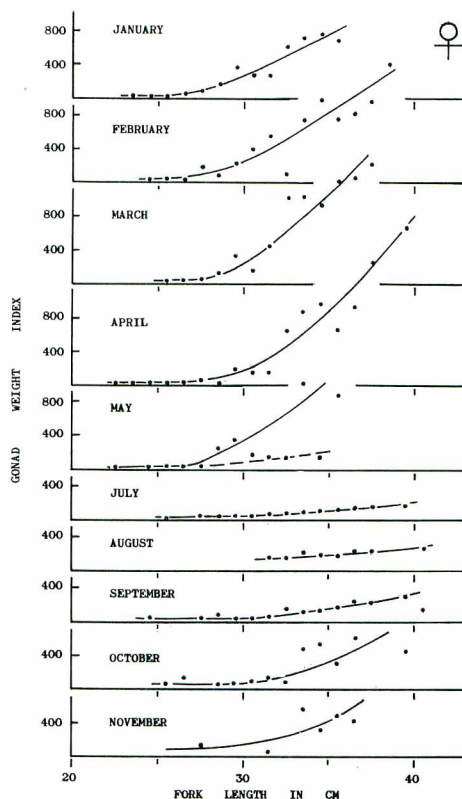


Fig. 32. Monthly change in gonad weight indices by body-length classes for the female Pacific ocean perch collected from the Gulf of Alaska in 1967.

際、それまで単純な右上りの傾向を示していた生殖腺重量指数が、ある体長から横ばいの状態に移行し、そのままの形状で全般的に小さくなって行くという現象は興味深い。これは、精巣からの放精が大型魚ほど早く行なわれる事を示していよう。尾叉長 26 cm 以下では生殖腺重量指数の季節的な変化がほとんど起らず、27~28 cm では季節的な変化を示しながらも変化の量は少ない。後述する成熟体長がこの近辺にある事を予測させる。

雌の生殖腺重量指数も、いずれの時期においても体長が大きいほど大きいという関係がある事を示している (Fig. 32, 34)。しかもその右上りの傾向は雄におけるよりも急激である。雌の生殖腺重量指数は、1月にはもうかなり大きい。この時期の卵巣卵を顕微鏡的に観察すると、一部の個体ではすでに卵発生が始まっている事が確認される。2月には生殖腺重量指数が更に大きくなり、多数の個体の卵発生が進んでいる事が目視的にも確認できる。生殖腺重量指数はその後更に大きくなり、3~4月に年間の最大となる。この時期の卵巣卵はほとんどが発眼卵であり、すでに放卵したと判断される個体も出現する。生殖腺重量指数の上でも、大型魚に認められる小さい値がその事を示している。5月になると、まだ未放卵で大きな生殖腺重量指数を示す個体も存在するが、大部分は放卵後の個体で小さな生殖腺重量指数を示すようになる。7月には生殖腺重量指数が年間で最も低い水準となり、右上りの傾向も最も弱いものとなる。ここでは6月の資料を欠いているが、前後の月の資料から考えると、6月にも7月とほとんど同じ状態にあると判断される。8月から生殖腺重量指数は再び増大を始める。8~9月にかけて徐々に大きくなった生殖腺重量指数は、10月に入って急激に大きくなる。



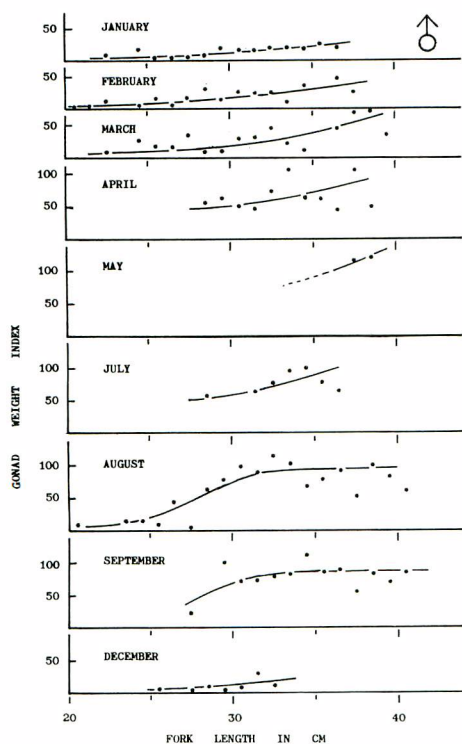


Fig. 33. Monthly change in gonad weight indices by body-length classes for the male Pacific ocean perch collected from the Bering Sea during 1964-1966.

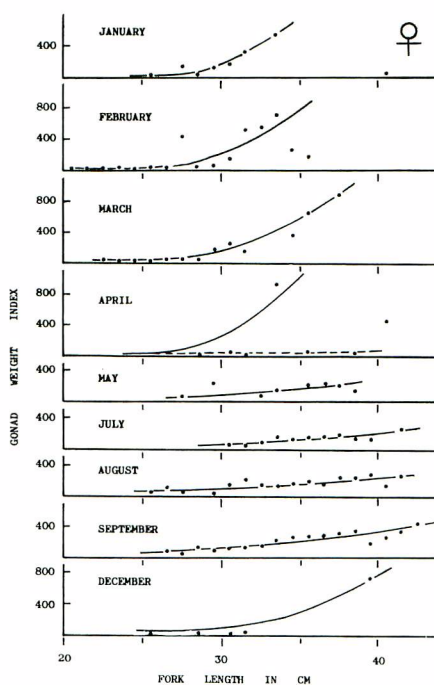


Fig. 34. Monthly change in gonad weight indices by body-length classes for the female Pacific ocean perch collected from the Bering Sea during 1964-1966.

その変化は大型魚において著しい。これは雌の卵巣卵の成熟完了の時期に関係していると考えられる。その後月を追って生殖腺重量指数は大きくなり、さきに述べた1月の状態につながって行くものと判断される。

雌の放卵には、雄の放精に認められたような大型魚が先行する現象は認められない。尾又長 27 cm 以下では生殖腺重量指数の季節変化がほとんど起らず、28~29 cm では変化の量がわずかである。雄の場合と同様に、成熟体長がこの近辺にある事がうかがわれる。

以上を総合して、アラスカ湾海域およびベーリング海海域におけるアラスカメヌケの性成熟の季節的リズムは、高揚期と低落期を1年に1回ずつ持つ周期性のはっきりしたものである事が明らかとなった。ただ、アラスカメヌケが卵胎生であるために、生殖腺重量指数の変化でみた季節的リズムは、交尾・授精・卵発生など繁殖の重要なけじめを明らかにし得ない。これらの点については本節の次項で検討したい。

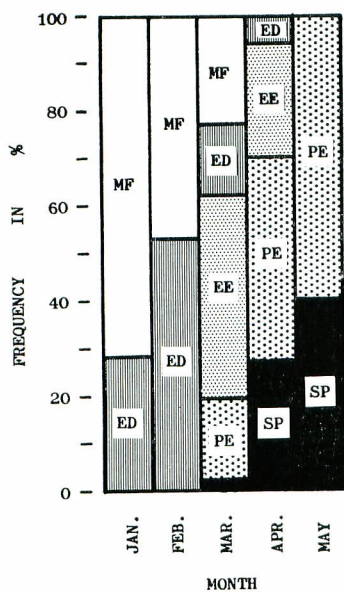
東太平洋海域におけるアラスカメヌケについては、ここで行なったと同種の検討を行なえる資料がない。しかし、ブリティッシュ・コロンビア水域とワシントン水域から得られた標本について、GUNDERSON (1971) が報告した熟度別個体数頻度の季節変化をみると、東太平洋海域におけるアラスカメヌケも、ここで得られたとほぼ同じ季節的リズムを持っていると判断される。

### 3.2 交尾, 卵発生, および産卵

1967年にアラスカ湾海域で採集され、生殖腺重量指数の検討に用いた標本魚のうち、1月から5月の間に採集された138尾の雌の成熟個体について、卵巣の状態を下記の成熟段階に分けて観察した。成熟段階の識別は主として目視により、時に応じて40~80倍の実体顕微鏡を併用して行なった。

**Table 12.** Number of individuals and frequencies in percentage (in parenthesis) by the status of the ovary in mature season for the Pacific ocean perch collected from the Gulf of Alaska in 1967. See text to make clear the category for the status of ovary in detail.

Category for status of ovary	Month				
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.
MF : Mature and soon after fertilization stage	13 (72)	14 (47)	11 (23)	— (—)	— (—)
ED : Early development Stage	5 (28)	16 (53)	7 (15)	2 (6)	— (—)
EE : Early eyed stage	— (—)	— (—)	20 (43)	8 (24)	— (—)
PE : Post eyed stage	— (—)	— (—)	8 (17)	14 (43)	6 (60)
SP : Spent	— (—)	— (—)	1 (2)	9 (27)	4 (40)
Total	18(100)	30(100)	47(100)	33(100)	10(100)



**Fig. 35.** Status of the ovary in mature season for the Pacific ocean perch collected from the Gulf of Alaska in 1967.

MF : Mature and soon after fertilization stage  
 ED : Early development stage  
 EE : Early eyed stage  
 PE : Post eyed stage  
 SP : Spent

が同時に出現する。このことは繁殖の時期的な個体変異が大きいことも示していよう。しかしこの時期に最も多いのは発眼初期の個体で、それがこの時期の平均的な発育段階であろう。

- (1) MF : 完熟・授精期 (Mature and soon after fertilization stage) 卵粒が大きく透明なオリーブ色で、完熟に達したと考えられる時期、または授精して発生のごく初期にあると考えられる時期。
- (2) ED : 発生初期 (Early development stage) 卵には明らかに胚体が認められるが、まだ発眼していない初期発生の時期。
- (3) EE : 発眼初期 (Early eyed stage) 発眼して間もない時期で、胚体に眼が認められるが胚体の色素はまだ未発達で、卵粒の色はオリーブ色か青みがかったオリーブ色に近い。
- (4) PE : 発眼後期 (Post eyed stage) 発眼後かなりの時が経過し、胚体には色素が発達して卵粒は青みがかった灰色か黒ずんだ緑色に見える。産卵直前の時期と思われる。
- (5) SP : 放卵 (Spent) 放卵後の段階で、卵巣には赤褐色で綿状の組織が存在する。

得られた結果を Table 12 と Fig. 35 に示した。1月には卵巣卵に胚の認められる発生初期の個体が存在している。したがって卵の授精は12月あるいはそれ以前に始まっているであろう。2月には発生初期の個体が半数以上に達し、授精した個体が増えて行くことと胎内発生が進んで行く事が明りょうに認められる。しかも翌月の3月には、すでに放卵した個体や発眼後期の個体も認められるから、2月における卵巣卵はもっと進んだ状態にあるのが平均的な状態と考えられる。3月に入ると、完熟から放卵までの5つの段階の個体

4月には更に進んで、発眼後期がその代表的な発育段階となる。同時に放卵した個体も多くなって、産卵期が進行している事を示している。5月には発眼後期で産卵直前と思われる個体と放卵の個体としか出現していない。雌の胎内における卵発生はその終期に近い事を示している。この研究では6月の資料を欠いているが、7月の資料を含めて内挿すると、6月にはほとんどすべての個体が放卵の段階に達すると考えてよい。

以上の観察から、アラスカ湾海域におけるアラスカメヌケの雌の授精から産卵に至る経過は、個体変異が大きく長期間にわたることが明らかとなった。卵の授精は12月頃から3月にかけて行なわれ、卵発生に2~3カ月を要し、産卵は3月から6月にかけて行なわれると判断される。

産み出された卵は直ちにふ化し、仔魚は自らの力で姿勢を保つことができる。著者は、1969年3月にベーリング海の東部斜面海域において、船上に採集されたアラスカメヌケの雌が、その卵を多量に甲板上に流出させているのをしばしば観察した。それらの卵は産出直前のものと思われたので、その都度スプーンですくい取って海水を満たしたピーカーに入れた所、ほとんどの卵では仔魚は数分後にはふ出し、6.5 mm 前後の大きさとなってピーカーの水面または底面近くで尾びれをびくびくと動かし、自ら姿勢を保っていた。いずれの実験でも3~4時間しか生きさせ得なかったが、産卵後直ちにふ化するであろう事と、仔魚が自ら姿勢を保つ事がうかがわれた。

雌の卵巣内における卵の発生の状態は、同一卵巣内では、ほとんど完全に同じである。したがって、卵巣内の卵はほとんど同時に授精し、同じ速度で発生し、全部が一時に産出される、と考えられる。

交尾がいつ頃どのように行なわれるかについては充分明らかでない。本節の前項で述べた雄の生殖腺重量指数の変化および精巣の目視観察の結果からすれば、精子は8月頃から精巣の組織から離脱し始めている。9月から11月にかけての生殖腺重量指数の変化の経過から明らかのように、精巣からの精子の離脱はゆるやかで徐々に行なわれる。10~11月の雄の完熟個体の精巣は、すべての個体でまだ相当の大きさがあるから、生殖腺重量指数に認められる徐々の変化は個体群の平均としてではなく、各個体の変化がゆるやかで長びく事を示している。雄の生殖腺重量指数の変化と雌の卵巣卵の発生状態とから類推すると、交尾の時期は10月から2月の間にあると考えられる。またその盛期は12~1月頃と考えられる。LISOVENKO (1970) は、アラスカ湾のアラスカメヌケの精巣について組織学的な観察を行ない、精巣内における精子の量的な変化から、交尾は10月から1月にかけて行なわれ、その盛期は11~12月であろうとしている。ここで著者が得た結果にほぼ近い。

成熟した雄の輸精管の開口部が肛門の後方で突出し、雄の交接器として特化しているのは、他の近縁種におけると同じように明りょうに認められた(五十嵐, 1968 b, 水江, 1958 b, MOSER, 1967)。しかし、五十嵐(1968 a)や水江(1959 a)が本邦近海産の *Sebastes* について認めたような貯精嚢が、アラスカメヌケに存在しているかどうかについては明らかにできなかった。

交尾したのち、授精がどの程度の時間をおいてなされるのかについては明らかでない。さきに推定した交尾開始時期と授精開始時期との間には、ほぼ2カ月の差がある。精子が雌の胎内に入ってから授精するまでの間、かなりの時間が経過するらしいことがうかがわれる。水江(1958 a, 1959 a, 1959 b)は日本近海産のメバル *Sebastes inermis* とカサゴ *Sebasticus maratus* の生殖腺の季節変化について比較研究し、生殖腺重量指数でみた生殖腺高揚期がメバルでは雌雄一致し、カサゴでは雄の方が雌よりも4カ月程度早いと報告している。そして、立石・水江・稲尾(1958)はカサゴ類 *Sebasticus* の未熟卵巣に多数の精子が存在している事を認め、*Sebasticus* の精子は雌の胎内に移されたのち貯えられ、卵巣卵の成熟を待ったのち授精する、と報告している。アラスカメヌケの生殖腺の季節的リズムは、上記の *Sebasticus* に近いから、交尾と卵の授精の間に時間的なずれがある事も充分あり得ると考えられる。

ベーリング海海域におけるアラスカメヌケについては、さきに生殖腺重量指数でみた成熟の季節変化が、アラスカ湾海域におけるそれとほとんど同じであったから、交尾、卵発生、産卵なども上記と同じ特徴を持っていると判断される。また、東太平洋海域におけるアラスカメヌケも、GUNDERSON (1971) の資料から、性成熟の季節性がアラスカ湾海域におけるそれとほぼ同じと判断されたから、ここで得た結果にほぼ近いものと考えられる。



海域による変異の問題については、この研究で充分明らかにできなかった事項と合せ、今後調査を進める必要がある。

### 3.3 成熟体長と成熟年令

さきに検討した生殖腺重量指数と尾叉長の関係から、アラスカメヌケの成熟体長は尾叉長 27~29 cm あたりである事が予測された。ここではアラスカメヌケの成熟体長と成熟年令を更に明確に把握するため、繁殖の

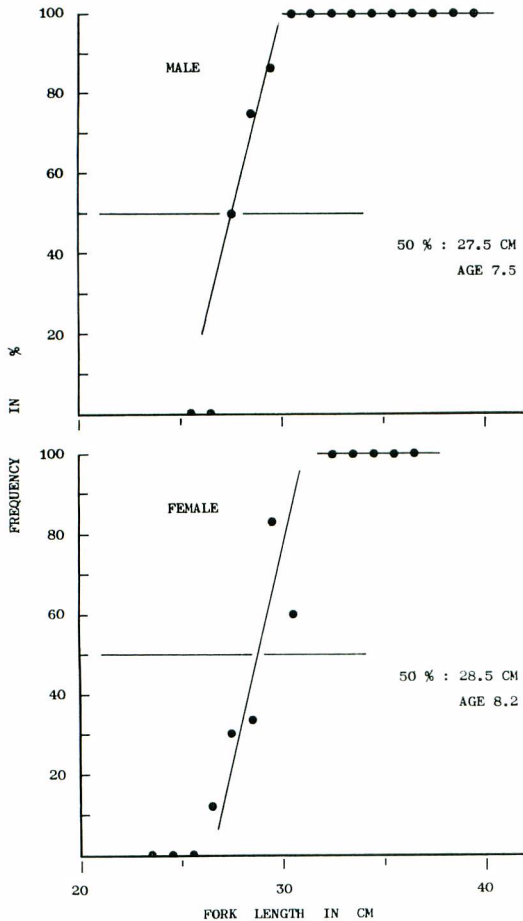


Fig. 36. Relationship between fork length and frequency of mature fish in maturing season, July for male and January for female, for the Pacific ocean perch collected from the Gulf of Alaska region in 1967.

研究に用いたアラスカ湾海域の資料のうち、繁殖期のうちで成熟個体の識別が容易で、標本魚の体長が 25~30 cm の範囲に比較的多い月の資料を選び出して検討した。すなわち、雄では 7 月、雌では 1 月の資料について体長階級 (1 cm) ごとに成熟個体数の比を求め、体長とそれとの関係を検討した。得られた結果を Fig. 36 に示した。

雄では尾叉長 27 cm ですでに 50% の個体が成熟しており、30 cm 以上になるとすべての個体が成熟している。成熟個体の割合は尾叉長が大きくなるにつれて急速に増加している。この資料の雄の尾叉長 26 cm 以下では成熟個体が出現していないが、他の月の資料によれば尾叉長 25 cm で一部の個体が成熟している事を確認している。

雌では尾叉長 26 cm から成熟個体が認められ、32 cm 以上になるとすべての個体が成熟している。尾叉長の増加に対応した成熟個体数の比の増加は、雄におけるよりはゆるやかである。他の月の資料によれば、尾叉長 25 cm の一部の個体がすでに成熟している事を確認しているから、成熟を開始する体長はこの資料におけるよりも小さいと考えられる。

雄、雌それぞれの成熟個体数比と体長の関係に直線をあてはめて、成熟個体数比の 50% の尾叉長を求めると、雄では 27.5 cm、雌では 28.5 cm となる。雄の直線を外挿すると成熟を開始する尾叉長はほぼ 25 cm となり、尾叉長 25 cm で一部の個体が成熟しているという事実と矛盾しない。雌の直線を外挿した成熟開始体長はほぼ 27 cm で、目的的に確認された成熟を開始している体長 (25 cm) より大きい。この事から、上記の雌の成熟個体数比 50% の体長は、やや大きい方に偏っていると考えられる。これは標本数が充分でな

かった事に起因していると考えられる。

成熟個体数比 50% の体長を、年令-体長関係から年令に換算すると、雄では 7.5 才、雌では 8.3 才となる。

LISOVENKO (1965) は、アラスカ湾海域のアラスカメヌケは尾叉長 26~29 cm で成熟するとしており、これは著者の得た結果とほとんど同じである。LYUBIMOVA (1965) は、アラスカ湾におけるアラスカメヌケ

は5才から成熟を開始し、6才で50%、8才でほぼ100%が成熟を完了すると述べている。これは著者がここで得た結果よりも若い。著者の得た雌の成熟年令は、上記のようにやや高令の方に偏っていると考えられるので、ここでは両者の中間をとって雌の成熟年令を7才として本論文の以下の研究に用いた。雄の成熟年令は、著者の用いた標本魚が7月に採集したものであったから、上記の推定値を満年令に換算し7才とした。

以上を総合して、アラスカ湾海域におけるアラスカメヌケは、雌雄共に尾叉長25cm程度から成熟を始め、27~28cmではほぼ50%の個体が成熟し、30cm程度でほとんどの個体が成熟する。これらは年令で、それぞれ5.5~6才、7~7.5才、8~9才に当る。成熟年令は、50%の個体が成熟する年令として、ほぼ7才と考えてよい。底魚類一般からすれば成熟年令は高令である。

上記の成熟年令を推定するために用いた資料は、標本数が充分でなかったために詳細な吟味を行なう事が出来なかった。性成熟の過程の雌雄間の差異の問題と共に、今後更に検討する必要がある。

雄では尾叉長30cm以上の個体で繁殖期に未熟と判定された個体は、病的なものを除いてなかった。また、雌の尾叉長32cm以上の個体では、病的な個体を除いて、繁殖期に胎内発生を進めていない個体は認められなかった。したがって、雌の成熟個体は毎年繁殖に参加していると判断される。雌の成熟個体はすべて胎内発生が確認されているから、成熟即繁殖と考えてよいが、雄の場合にはすべての成熟個体が交尾を通じて繁殖に有効に働いているかどうか明らかでない。

ベーリング海海域のアラスカメヌケについては、ここで行なったと同種の検討にたえる資料を持っていない。しかし、さきに検討した体長と生殖腺重量指数の関係から予測された成熟体長は、アラスカ湾海域におけるそれとほぼ同じであった。また、年令-体長関係でも6~8才の若令期には海域間に大きな違いがなかった。したがってベーリング海海域におけるアラスカメヌケも、ほぼ6~8才で成熟すると考えられる。PARAKETSOV (1963)も、ベーリング海のアラスカメヌケは成熟するまでに6~8年かかる、としており、著者の推定と一致している。

東太平洋海域におけるアラスカメヌケについては、成熟体長や成熟年令についての資料が全くない。ただ、ALVERSON・WESTRHEIM (1961)の報告した体長とよう卵数との関係を検討すると、尾叉長25~30cmにおけるよう卵数は少なく、他の海域におけるそれとあまり違いがない (Fig. 37)。したがって東太平洋海域におけるアラスカメヌケも、他の海域におけると同じように、成熟年令は6~8才としてよいと考える。

ベーリング海海域と東太平洋海域のアラスカメヌケの成熟年令については、将来更に検討する必要がある。

### 3.4 よう卵数と産出仔魚数

アラスカ湾海域におけるアラスカメヌケの体長とよう卵数との関係については、LISOVENKO (1964)が尾叉長26cmから42cmの標本魚について調査し、

$$F=2.2 \times 10^{-4} L^{5.3}$$

( $F$ : よう卵数 粒,  $L$ : 尾叉長 cm)

の関係式が適合すると報告している。

ベーリング海海域については、PARAKETSOV (1963)が尾叉長32cmから45cmの標本魚を用いて調査し、体長階級別のよう卵数を報告している。その資料から尾叉長とよう卵数の関係を検討すると、下記のような実験式がよく適合する。

$$F=5.399 \times 10^{-5} L^{5.803}$$

東太平洋海域におけるアラスカメヌケについては、ALVERSON・WESTRHEIM (1961)が尾叉長32cmから44cmの標本魚について調査し、

$$F=1.069 \times 10^{-5} L^{6.335}$$

の関係式がよく適合すると報告している。

上記の関係式によって求めた海域別の尾叉長とよう卵数との関係を Fig. 37 に示した。よう卵数はアラスカ湾海域で最も少なく、次いでベーリング海海域、東太平洋海域の順に多くなっている。海域間の差はかなり大きく、アラスカ湾海域におけるよう卵数は、東太平洋海域におけるそのほぼ1/2程度でしかない。体長とよ

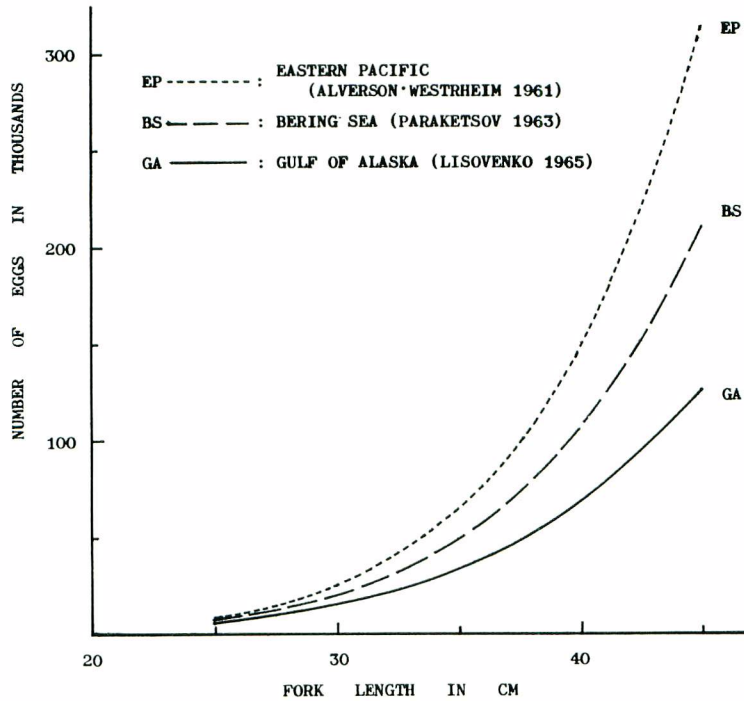


Fig. 37. Comparison of length-fecundity relationships among regions in the North Pacific.

Table 13. Calculated fecundity for the Pacific ocean perch, by region in the North Pacific. The fecundity is calculated from age 7 which has been regarded as the age at first mature in this study.

Region Age	Bering Sea	Gulf of Alaska	Eastern Pacific
7	10,422	7,875	13,948
8	15,592	10,356	22,030
9	21,738	13,220	32,291
10	28,905	16,128	44,763
11	37,050	19,359	58,788
12	45,986	22,566	74,416
13	55,223	26,292	90,875
14	65,157	29,210	106,901
15	74,538	32,960	123,727
16	84,922	35,573	142,852
17	95,479	39,004	159,395
18	105,373	42,020	174,216
19	114,155	45,411	190,747
20	122,499	47,520	204,976
21	130,753	50,441	216,149
22	139,526	52,794	228,393
23	146,723	55,168	245,676
24	156,818	56,935	254,394
25	161,979	58,834	263,795



う卵数との関係に認められる海域間の順位は、さきに検討した年令と体長の関係および体長と体重の関係において、それぞれに認められた順位と一致している。したがってこの海域間の相異は系統群間の相異と考えてよい。

上記の関係式とすでに述べた海域別の年令と体長の関係とから、海域別に年令別よう卵数を求めて Table 13 と Fig. 38 に示した。本節の前項で得られた結果から、成熟開始年令を7才として、よう卵数は7才から

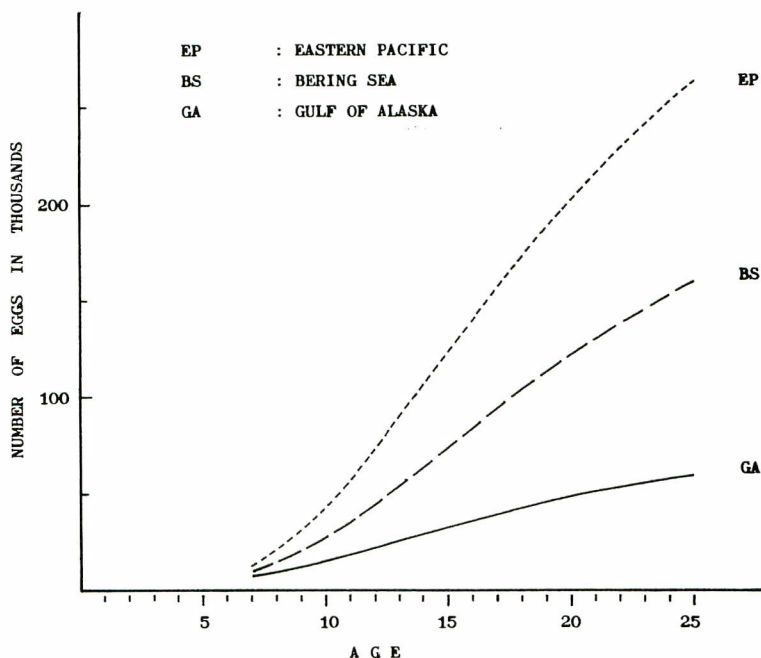


Fig. 38. Comparison of age-fecundity relationships among regions in the North Pacific.

求めた。年令別よう卵数に認められる海域間の順位は上記の体長—よう卵数の関係におけると同じであるが、海域間の差はかなり大きい。これは、年令—体長、体長—よう卵数の2つの関係に認められた差が、相乗的に現われているためである。

前項で述べたように、アラスカメヌケの卵巣卵は1個体内では全卵が同じ速度で発生し、全卵が一時に産出される。死亡卵や未受精卵は、ごくまれに認められる病的な場合を除いて、皆無に近いと判断された。また、雌の成熟魚はほとんど全部の個体が毎年産卵に参加している。したがって、よう卵数はそのまま有効産卵数であり有効仔魚数であると考えてよい。このことは個体群の維持にとって大変有利な条件である。卵胎生で既述のような繁殖生態をとるアラスカメヌケの、特異なひとつの生態的特徴といえよう。

系統群の間で、個体の産出仔魚数に大きな違いがあることもまたアラスカメヌケのひとつの特異な特徴である。その事は、再生産関係が系統群によって大きく異なっている事を予測させる。系統群別の総産出仔魚数と加入量との関係については、本論文の第IV章において論議したい。

#### 4 摂 餌

アラスカメヌケの摂餌の生態を明らかにするため、アラスカ湾海域については1967年から1968年にかけて採集された1,695尾の標本魚を用い、ベーリング海海域については1962年から1965年の間に採集された813尾の標本魚を用いて、胃の状態および胃内容物に出現した餌生物の調査を行なった。標本魚の採集は2年以上にわたっているが、ここでは摂餌の季節性を把握するため、すべての資料を月別にまとめて検討した。得られ

**Table 14.** Monthly change in the status of stomach and the composition of prey found in fed stomach for the Pacific ocean perch, sexes combined, collected from the Gulf of Alaska in 1967 and 1968.

Month	Status of stomach				Prey found in fed stomach					
	Fed	Empty	Reversed	Total	Euphausia	Shrimps	Lantern fish	Squid	Others	Total
J a n .	—	30	7	37	—	—	—	—	—	—
F e b .	—	99	3	102	—	—	—	—	—	—
M a r .	26	138	21	185	17	1	8	10	—	36
A p r .	93	200	27	320	62	24	—	1	1	88
M a y	112	42	24	178	105	3	6	3	—	117
J u n .	13	74	20	107	13	—	—	—	—	13
J u l .	56	137	44	237	45	14	5	1	—	65
A u g .	73	111	27	211	63	2	8	2	—	75
S e p .	18	119	20	157	17	—	—	—	1	18
O c t .	9	74	13	96	6	4	—	1	—	11
N o v .	—	18	2	20	—	—	—	—	—	—
D e c .	—	41	4	45	—	—	—	—	—	—
Total	400	1,083	212	1,695	328	48	27	18	2	423
(%)	(23)	(64)	(13)	(100)	(78)	(11)	(6)	(4)	(1)	(100)

**Table 15.** Monthly change in the status of stomach and the composition of prey found in fed stomach for the Pacific ocean perch, sexes combined, collected from the Bering Sea during 1962-1965.

Month	Status of stomach			Prey found in fed Stomach								
	Fed	Empty	Total	Euphausia	Shrimps	Small Crustacean	Pollock	Smelts	Other fishes	Squid	Others	Total
Eastern Slope Region												
Jan.	8	14	22	—	8	—	—	—	—	1	—	9
Feb.	5	55	60	2	1	—	—	—	1	—	1	5
May	35	81	116	—	6	16	2	—	2	3	7	36
Jul.	7	13	20	2	1	3	—	1	1	1	—	9
Aug.	11	26	37	9	—	1	—	—	—	1	—	11
Sep.	6	74	80	2	—	1	—	1	—	1	1	6
Total (%)	72 (21)	263 (79)	335 (100)	15 (20)	16 (21)	21 (28)	2 (3)	2 (3)	4 (5)	7 (9)	9 (11)	76 (100)
Aleutian Region												
May	62	98	160	41	—	—	—	—	19	2	1	63
Jun.	11	9	20	9	—	—	—	2	—	—	—	11
Jul.	7	13	20	4	—	—	—	—	1	—	3	8
Aug.	45	133	178	43	1	—	—	—	3	—	—	47
Sep.	13	87	100	1	—	3	—	—	9	—	—	13
Total (%)	138 (29)	340 (71)	478 (100)	98 (69)	1 (1)	3 (2)	— (—)	2 (1)	32 (23)	2 (1)	4 (3)	142 (100)



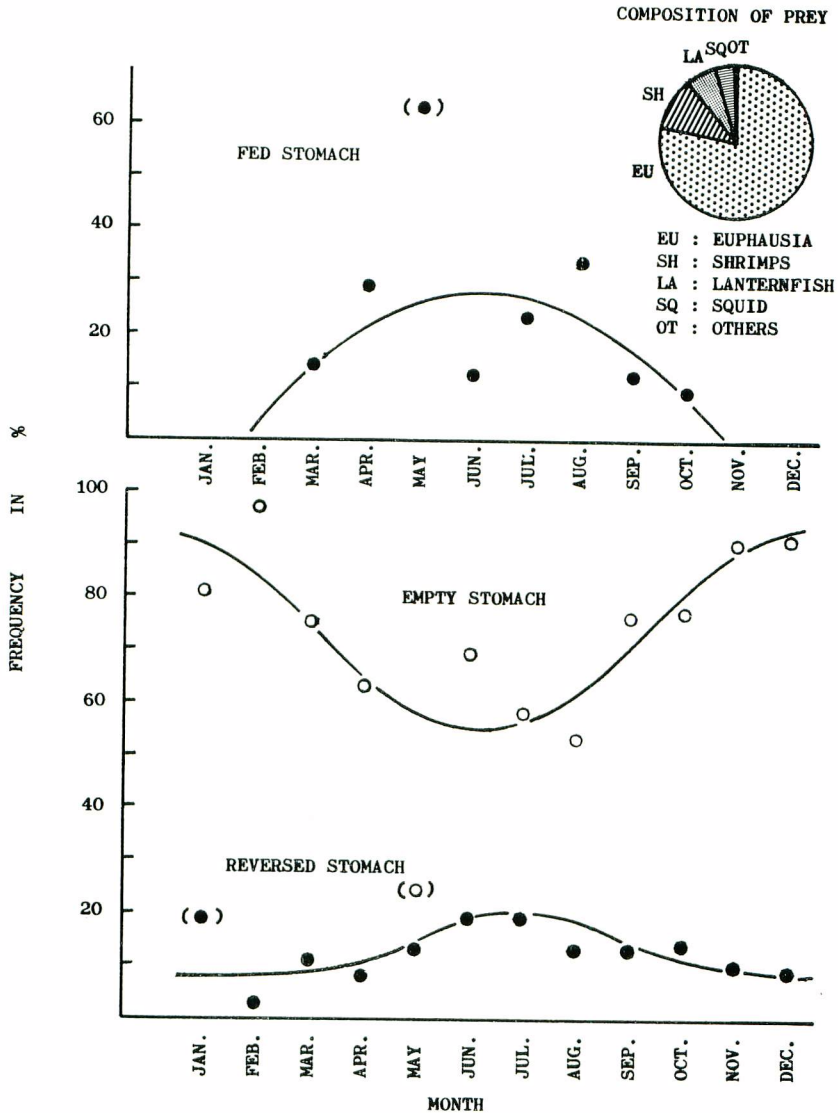


Fig. 39. Seasonal change in the status of stomach and the composition of prey found in the fed-stomach for the Pacific ocrn perch, sexes combined, collected from the Gulf of Alaska in 1967 and 1968.

た結果を Table 14, 15 および Fig. 39, 40 に示した。

アラスカ湾海域について摂餌個体の季節的变化をみると、11月から2月の冬期には摂餌した個体は認められず、3月から10月の間に摂餌個体が認められ、5~8月の夏期にその頻度が高い (Fig. 39)。11月から2月までの冬期の4カ月間は、ほぼ絶食の状態にある。アラスカメヌケは卵胎生であるために、産卵期における成熟した雌は大きな卵巣を体内に持ち、他の内臓諸器官は圧迫された状態にある。しかし、3~4月に観察された摂餌個体の中には、産卵直前と目される個体が多数あった。それらの個体は、圧迫された胃に多量の餌生物を充満させていた。これらの事から、アラスカ湾におけるアラスカメヌケの摂餌活動は、季節性の強いもの

であると考えられる。

アラスカメヌケは内臓の結締組織が弱いために、トロール漁法で船上にとり上げられた際、胃を反転させ口中に突出させる個体が多い。その頻度の季節変化をみると、胃を反転させる個体は夏期に多い (Fig. 39)。これは、摂餌活動が盛になって胃が柔軟で伸縮に富むようになった時期に、外圧の変化による胃の反転が生じ易い事を示している。つまり胃の反転は、摂餌活動の季節のリズムと一致して起る現象と考えられる。

胃の内容物として出現した餌生物の頻度をみると、ユーハウジアが圧倒的に多く78%を占める (Table 14, Fig. 39)。次いでエビ類 (11%)、ハダカイワシ類 (6%)、イカ類 (4%) の順になっており、餌生物の組成

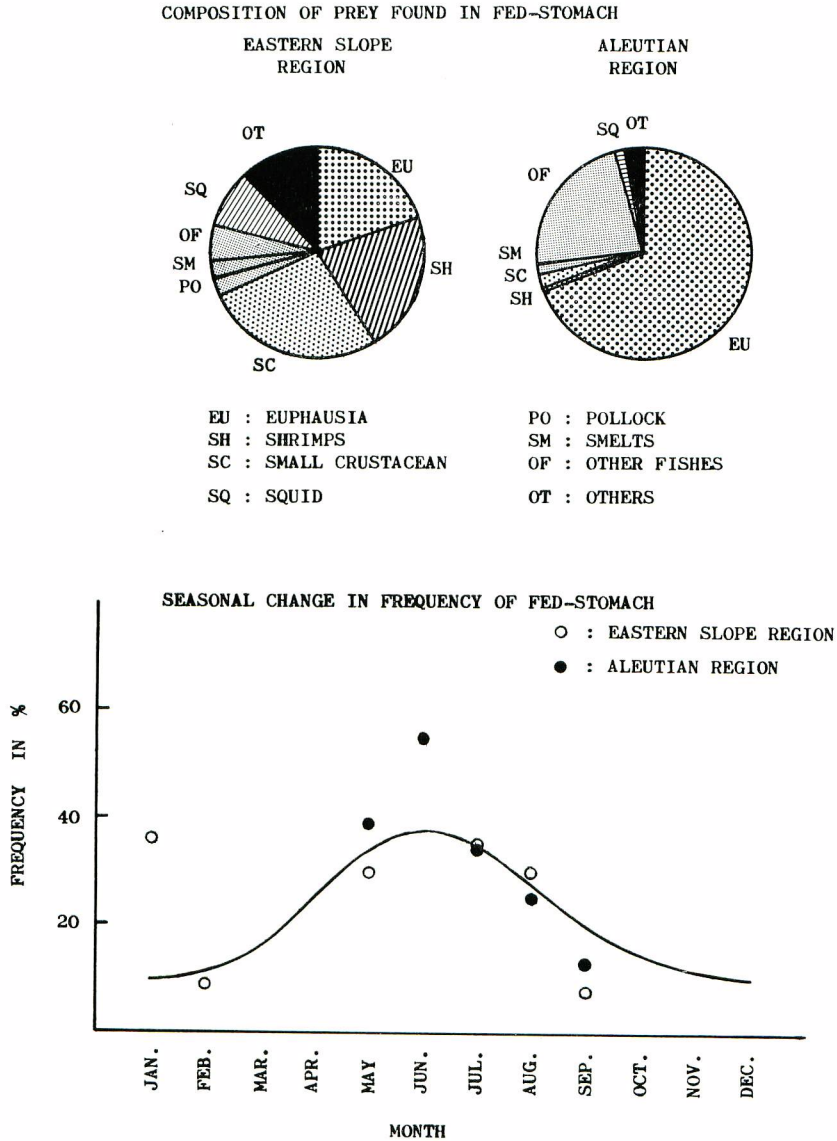


Fig. 40. Seasonal change in frequency of fed-stomach and the composition of prey found in fed-stomach for the Pacific ocean perch, sexes combined, collected from the Bering Sea during 1962-1965.

は比較的単純である。餌生物として出現した魚類はハダカイワシ類だけであった。甲殻類、イカ類、魚類と多様な餌生物が出現しているから、アラスカメヌケはもともと広い食性を持った魚類であると考えられる。貝類や環形動物などが胃内容物として認められないから、底生生物のうちでも浮遊性ないし遊泳性の餌生物に依存していると考えられる。ユーハウジアを主たる餌生物としている事と関連して、アラスカメヌケの第1鰓弓の鰓耙はよく発達している。

ベーリング海海域におけるアラスカメヌケの摂餌個体の頻度の季節的变化を Fig. 40 に示した。摂餌活動の季節のリズムは、東部斜面海域においてもアリューシャン海域においても同じパターンを示し、それらの概括的な傾向はアラスカ湾海域における傾向によく似ている。すなわち、摂餌活動は冬期に少なく5～8月の夏期に活発である。ただ、東部斜面海域において1～2月の冬期に、かなりの頻度で摂餌個体が認められることは、アラスカ湾海域と違ったひとつの大きな特徴である。アラスカ湾海域においてはほぼ絶食期と判断された冬期にも、ベーリング海海域においては摂餌活動が行なわれていると判断される。このことは、両海域の系統群の間に生長量や体長一体重関係に差を生ぜしめる原因のひとつであろうと考える。

ベーリング海海域における餌生物の組成をみると (Table 15, Fig. 40), アリューシャン海域ではユーハウジアが70%を占めて最も多く、アラスカ湾海域に似ている。しかし魚類の占める割合は24%にも達し、アラスカ湾海域におけるよりも魚類に対する依存度が著しく高い。東部斜面海域ではユーハウジアは20%にしかならず、エビ類(21%)、橈脚類や端脚類などの小型甲殻類(28%)が多く、餌生物の組成は多様性を増している。魚類でもスケトウダウダラの幼魚やキウリウオ類などが出現し、種の組成も多様化している。東部斜面海域に隣接する広い大陸だなは、スケトウダラ、カレイ類、キウリウオ類、エビ類などが大きな生息量を有する水域である。その影響が東部斜面海域にもおよんで、アラスカメヌケの餌となり得る生物の種と量が、他の海域におけるよりは豊富になっている。アリューシャン海域においても、餌生物の中に占める魚類の組成が高い事から、アラスカ湾海域よりも餌生物の条件はよいと考えられる。餌生物についてのこのような好条件が、ベーリング海海域とアラスカ湾海域との系統群の間に、生長量や体長一体重関係の違いを生み出す主な原因になっていると判断される。

ユーハウジア、エビ類、小型甲殻類の3者を甲殻類として類別して考えれば、アラスカ湾、東部斜面、およびアリューシャンの3海域で、餌生物の中に占める甲殻類の割合はそれぞれ、89%、69%、および72%である。アラスカメヌケは広い食性を持ちながらも、主たる餌料は甲殻類であると推論し得る。口や鰓耙の形態もそれに適応したものであると考えられる。

LYUBIMOVA (1965) は、アラスカ湾におけるアラスカメヌケの摂餌の季節のリズムと餌生物について調査し、著者がここで得た結果にほぼ近い結果を報告している。しかし LYUBIMOVA がアラスカメヌケをプランクトン食性魚としている事は、上述の結果から考えて正しくない。

東太平洋海域におけるアラスカメヌケの摂餌活動や食性についての資料は、現在の所得られていない。漁業者の通報によれば、胃内容物にはオキアミ類が多量に認められる由であるから、ほぼアラスカ湾海域におけると同様と考えられる。餌生物の条件がほぼ同じとすれば、東太平洋海域におけるアラスカメヌケの生長量が大きい事は、生息水域の水温が高い事に原因していると思われる。

## 5 生活史の概要

北太平洋のアラスカメヌケについて、この研究で明らかとなった生態的特徴を総合し、その生活史の概要を述べる。

アラスカメヌケは、北太平洋の東岸カリフォルニア沖からアラスカ湾、ベーリング海およびアリューシャン列島沖合を経てカムチャッカ半島沖から千島列島沖に至る広い範囲に分布している。それらは下記の4つの系統群に分れて生息している。(1) 東太平洋海域系統群はカリフォルニア沖からブリティッシュ・コロンビア沖にかけて分布し、他の系統群から比較的独立している。(2) アラスカ湾海域系統群はアラスカ湾に、(3) アリューシャン海域系統群はアリューシャン列島沖合に、(4) 東部斜面海域系統群はベーリング海東部陸だな斜面からカムチャッカ半島沖を経て千島列島沖合にかけての水域に、それぞれ分布し、仔魚期および稚魚期に、前者



から後者への混合が生じていると考えられる。

各系統群における初期生活史はまだ十分に明らかでないが、いずれの系統群においても仔魚時代を海の表層もしくは表層に近い中層で過ごし、生育するに従って次第に中層の深部へ移動するものとする。AHLSTROM (1961) は、カリフォルニア沖の距岸 200 マイル以上の深海の表・中層部 (水深 0~140 m) から多数の *Sebastes* 属の稚魚を採集している。MOSER (1967) もカリフォルニア沖の数百マイルの沖合の表層から *Sebastes paucispinis* の稚魚を採集している。したがって、仔魚・稚魚時代を海の表層で、しかも親魚の生息場である大陸だんからはるかに離れた沖合で過ごす事は、*Sebastes* 属の魚種にひろくそなわった生活様式と判断される。ALVERSON・WESTRHEIM (1961) は、東太平洋海域の距岸数百マイルの沖合で漁獲されたマグロ類の胃の中から、20~50 mm のアラスカメヌケの稚魚が多数発見された記録がある事を報じており、稚

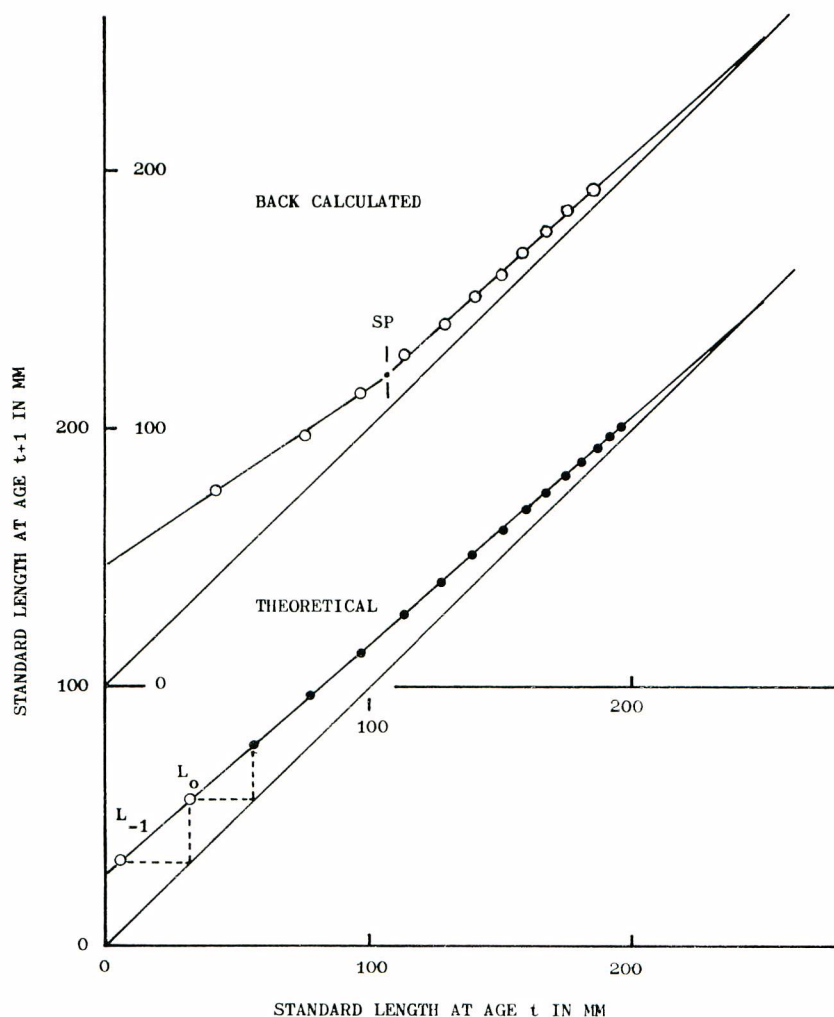


Fig. 41. Comparison of the Walford graph between back-calculated length and theoretical length for *Sebastes umbrosus* collected at La Jolla reported by CHEN (1971). Theoretical lengths calculated by CHEN were obtained through BHRTALANFFY's formula derived with back-calculated lengths. SP: Shifting point of growth pattern.

魚期における遊泳生活の証拠を示している。その後未成魚期にも遊泳生活を続け、3~5才に生育して初めて底生生活に移行すると考える。この時期までの生長速度は早く、生長量とその個体変異は大きい。

底生生活への移行は急激で、一挙に 100 m 以深の陸だな縁辺部および陸だな斜面に着底する。底魚類一般

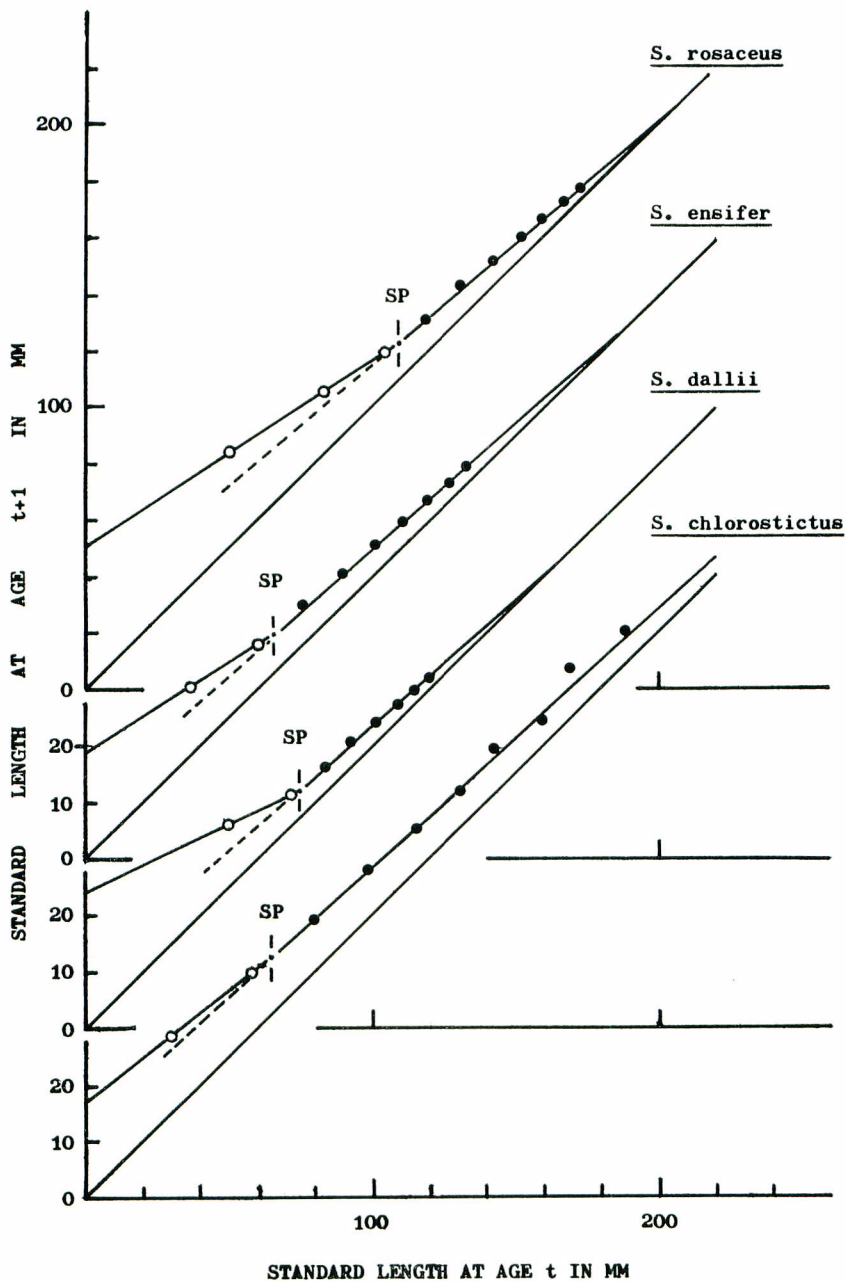


Fig. 42. Walford graphs for back-calculated lengths obtained in some *Sebastes* spp. by CHEN (1971), collected from off California. SP: Shifting point of growth pattern

が海底の浅部から深部へと徐々にその生息水深を変える事からすれば特異な現象である。底生生活に入ってから生息場は主として水深 200~300 m の陸だな斜面である。

底生生活に移行するのに伴って生長のパターンが変化し、生長速度が低下する。この生長様式の変化は、主として餌生物の変化に起因していると考えられる。一般にサケ・マス類のように明りょうに生活様式を変える魚類を除き、生涯のある時期にその生長のパターンを変化させる事が認められた魚種は少ない。その点で、アラスカメヌケは特異な生態を持った底魚といえる。CHEN (1971) の報告したカリフォルニア沖の数種の *Sebastes* 属の生長についての資料を検討すると、アラスカメヌケにおけると同じような生長のパターンの変化が認められる。CHEN はその事について何も記述していない。例えば、CHEN の報告した *Sebastes umbrosus* の逆算体長を用いて WALFORD の定差図を描いてみると直線は 2 本の折線となり、3 才と 4 才の間に明らかに生長のパターンの変換点が見出される (Fig. 41)。CHEN が同じ資料から求めた理論体長\*<sup>\*)</sup>によって WALFORD の定差図を描くと、全点は一本の直線上に並ぶが、その直線上で原点の方に向かって点を外挿すると、-1 才まで存在する事になって合理的ではない (Fig. 41)。CHEN の報告した他の 4 種の *Sebastes* 属の逆算体長にも、同じ現象が認められる (Fig. 42)。それは、これらの魚種が 2~3 才もしくは 3~4 才にその生長のパターンを変化させている事を示していると考えられる。以上の検討結果を総合すると、若令期に生長のパターンを変換する事は、*Sebastes* 属の魚種に広くそなわった特徴のように判断される。*Sebastes* 属の多くの魚種の仔魚は海の表層に分布しているらしい事がほぼ確実であるが (AHLSTROM, 1959)、その後の生態については明らかでない。MOSER (1967) はカリフォルニア沖の *Sebastes paucispinis* の若令期における生息水深について調査し、体長約 18 cm (ほぼ 1.5 才) まで表層に、約 22 cm (ほぼ 2 才) で水深 40~80 m (海底か中層かは明りょうでない) に、その後生長に伴ってより深い水深に、順次生息場所を変化させることを明らかにしている。*S. paucispinis* の生長はまだ十分に把握されていないが、2~3 才に生長のパターンを変化させているであろうことが予測される。PHILLIPS (1964) は、北太平洋東岸産の 10 種類の *Sebastes* 属の魚種について生長の研究を行なっているが、生長のパターンの変化については何もふれていない。著者がここで得た予見と異なるから、他の魚種については今後更に研究を行ないたい。

底生生活に入ってからのアラスカメヌケは、地理的に広く移動・回遊したり、他の地域の魚群と大きく混合し合ったりする事はない。そして系統群間に生長量や体長・体重関係の差が生じ始める。東太平洋海域におけるアラスカメヌケが、最も生長量が大きく体重も重い。次いでベーリング海海域で、アラスカ湾海域の魚群が生長量、体重共に一番小さい。それらの差は、各系統群が生息している水域の餌生物の組成と量の違いによる所が大きいと考える。東太平洋海域では生息水域の高水温の効果も大きいと考えられる。底生生活に入ったアラスカメヌケの適水温の範囲は、4~6°C と考えられる。

各系統群とも 5 才で性熟を始め、7 才で 50% の個体が性的に成熟し、9 才で全部の個体が性成熟する。アラスカメヌケは卵胎生で、10~2 月に交尾し、12~3 月に授精した卵が 2~3 カ月を経て卵発生を終了し、3~6 月に産出される。個体の産卵数にも系統群間に違いがある。その違いは生長量におけると同じ順序で、差は大きい。産卵後直ちにふ出した仔魚はすぐに自らの力で姿勢を保つことができるが、自らの力で遊泳し移動力を持つまでにはかなりの日数を必要とする。その間に海水の動きに従属的に運搬・移動されて、さきにも述べた様に、深海の表層で広範な水域に分布すると判断される。またこの間に、北方の 3 系統群間に混合が起ると考える。

アラスカメヌケの平均的な寿命は 25 才と考えられる。平均的極限体長は、41 cm (アラスカ湾海域) から 46 cm (ベーリング海海域および東太平洋海域) で、底魚類一般からすれば長寿命で小型の魚である。

\*<sup>\*)</sup> 逆算体長を用い、最小自乗法によって BERTALANFFY の年令-体長関係式を求め、その関係式から計算した体長。



## IV 資源の変動

## 1 資源豊度の経年変化

## 1.1 漁獲量の変遷

日本およびソ連の漁業が開始された1960年以降の海域別、国別の漁獲量を Table 16, 17 および Fig. 43, 44 に掲げた。

海域別に漁獲量の変化をみると、ベーリング海では東部斜面海域が量的水準も低く変化も少ないのに対して、アリューシャン海域では漁獲量もその変動も大きい (Table 16, Fig. 43)。アリューシャン海域における漁獲量は1965年以降次第に減少して来ている。北東太平洋ではアラスカ湾海域における漁獲量が格段に大きく、1964年から1968年にかけて急激に増加し、また急激に減少するという特異な変化を示している (Table 17, Fig. 43)。東太平洋海域でも、1965年から1968年にかけて著しい漁獲が行なわれた後、漁獲量は急速に減少したという経過を示している (Table 17, Fig. 43)。東太平洋海域では、沿岸国による漁業専管水域が

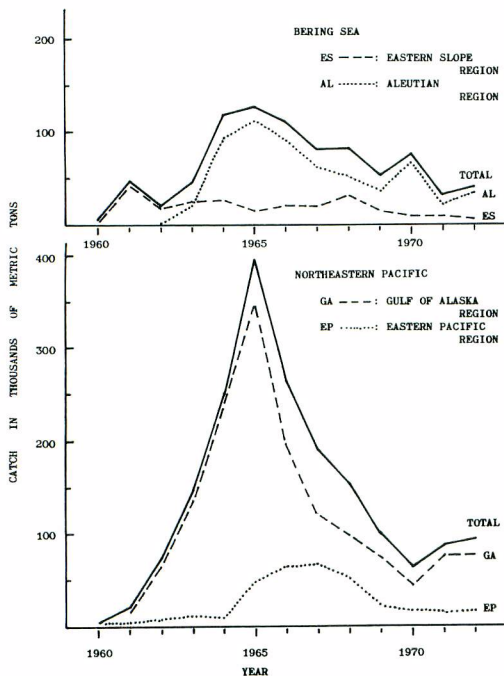


Fig. 43. Catches of Pacific ocean perch by region in the North Pacific from 1960 to 1972.

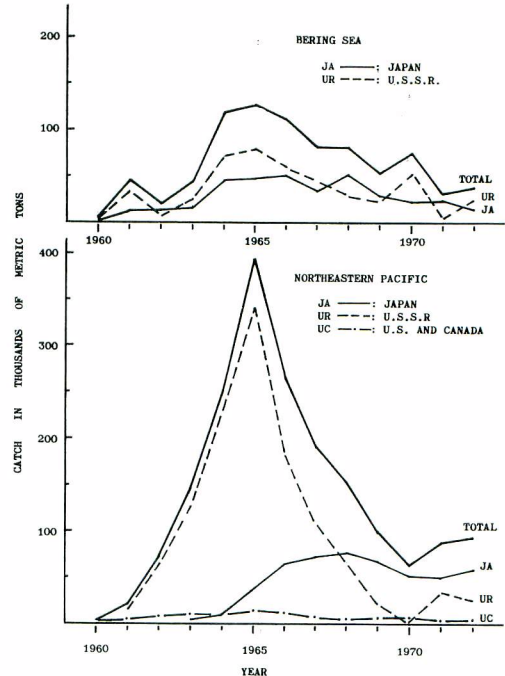


Fig. 44. Catches of Pacific ocean perch by nation in the North Pacific from 1960 to 1972.

設定されたり、国際間の協議を経た漁業規制が実行に移されたりしており、この海域における近年の漁獲量が少ないのはそれらに負う所が大きい。

国別に漁獲量をみると、ベーリング海においては日本とソ連の漁獲量にさして大きな違いがないが (Table 16, Fig. 44)、北東太平洋におけるソ連の漁獲量は他の国々に比べて格段に大きく、1963年以降爆発的に急増し1966年以降急激に減少している (Table 17, Fig. 44)。アメリカ合衆国およびカナダは、ベーリング海では漁獲を行わず、北東太平洋では年次を通して低い漁獲水準のままである。

ベーリング海東部斜面海域以外の3海域では、程度の差はあっても、資源開発の初期に多量の漁獲をあげたのち短期間のうちに漁獲が減少するという特異な経過をたどっている。そしてこの「特異な開発の歴史」は、

**Table 16.** Catch statistics of Pacific ocean perch in thousands of metric tons by nation and region in the Bering Sea from 1960 to 1972. See text to make clear the source of the statistics.

Year	Japan <sup>1)</sup>			U. S. S. R. <sup>4)</sup>			U. S. A. and Canada			Total		
	Eastern Slope <sup>2)</sup>	Aleutian <sup>2)</sup>	Total <sup>3)</sup>	Eastern Slope	Aleutian	Total	Eastern Slope	Aleutian	Total	Eastern Slope	Aleutian	Total <sup>3)</sup>
1960	1.1	—	1.1	5.0	—	5.0	—	—	—	6.1	—	6.1
1961	13.0	—	13.0	34.0	—	34.0	—	—	—	47.0	—	47.0
1962	12.9	0.2	13.1	7.0	—	7.0	—	—	—	19.9	0.2	20.1
1963	17.5	0.8	18.3	7.0	20.0	27.0	—	—	—	24.5	20.8	45.3
1964	14.4	30.7	45.3	11.5	61.0	72.5	—	—	—	25.9	91.7	118.0
1965	7.8	39.4	47.2	9.0	71.0	80.0	—	—	—	16.8	110.4	127.2
1966	17.5	32.6	50.8	2.7	57.7	60.4	—	—	—	20.2	90.3	111.2
1967	19.6	14.4	34.0	—	46.6	46.6	—	—	—	19.6	61.0	80.6
1968	28.4	23.9	52.3	3.1	26.6	29.7	—	—	—	31.5	50.5	82.0
1969	14.5	15.3	29.9	+	23.2	23.2	—	—	—	14.5	38.5	53.1
1970	9.9	13.3	23.3	+	53.3	53.3	—	—	—	9.9	66.6	76.6
1971	9.8	14.5	24.3	+	7.2	7.2	—	—	—	9.8	21.7	31.5
1972	5.5	9.3	14.8	0.2	24.6	24.8	—	—	—	5.7	33.9	39.6

- 1) Figures are compiled from both statistics for the North Pacific Groundfish Fishery and the Hokutensen Fishery. The statistics for the North Pacific Goundfish Fishery have been tabulated with fishing year, from November last year to October in the statistic year.
- 2) Excluding data from unknown area.
- 3) Including data from unknown area.
- 4) Including some amounts of rockfishes, *Sebastes* spp. other than Pacific ocean perch.

**Table 17.** Catch statistics of Pacific ocean perch in thousands of metric tons by nation and region in the Northeastern Pacific from 1960 to 1972. See text to make clear the source of the statistics.

Year	Japan <sup>1)</sup>			U. S. S. R. <sup>4)</sup>			U. S. A. and Canada			Total		
	Gulf of Alaska <sup>2)</sup>	Eastern Pacific <sup>2)</sup>	Total <sup>3)</sup>	Gulf of Alaska	Eastern Pacific	Total	Gulf of Alaska	Eastern Pacific	Total	Gulf of Alaska	Eastern Pacific	Total
1960	—	—	—	—	—	—	—	4.4	4.4	—	4.4	4.4
1961	—	—	—	16.0	—	16.0	—	5.8	5.8	16.0	5.8	21.8
1962	—	—	—	65.0	—	65.0	—	8.3	8.3	65.0	8.3	73.3
1963	6.3	—	6.3	130.0	—	130.0	—	11.2	11.2	136.3	11.2	147.5
1964	10.7	—	10.7	230.0	—	230.0	—	10.0	10.0	240.7	10.0	250.7
1965	38.8	—	38.8	306.0	34.0	340.0	—	14.3	14.3	344.8	48.3	393.1
1966	63.0	0.1	63.2	135.8	51.8	187.6	—	12.3	12.3	198.8	64.2	263.1
1967	54.7	16.0	72.5	66.5	44.2	110.7	—	7.3	7.3	121.2	67.5	190.5
1968	54.2	22.3	76.5	45.2	23.6	68.7	—	6.9	6.9	99.4	52.8	152.1
1969	55.5	11.9	68.7	18.8	4.2	23.1	—	7.5	7.5	74.3	23.6	99.3
1970	44.3	7.2	51.8	+	2.8	2.8	0.5	8.4	8.9	44.8	18.4	63.5
1971	44.8	5.2	50.0	29.7	3.4	33.1	—	5.8	5.8	74.5	14.4	88.9
1972	52.0	7.8	59.9	24.0	2.6	26.6	—	6.6	6.6	76.0	17.0	93.1

1) The statistics have been tabulated with fishing year, from November last year to October in the statistic year.

2) Excluding data from unknown area.

3) Including data from unknown area.

4) Including some amounts of rockfishes, *Sebastes* spp. other than Pacific ocean perch.



主としてソ連の漁業によるものである。

## 1.2 資源密度指数の推定

日本以外の国々の漁業の漁獲努力についての統計がないため、ここでは日本の漁業の漁獲統計資料を用いて、海域別の資源密度指数を推定した。

### 1.2.1 標準漁法と標準船型の設定

北太平洋における日本のアラスカメスケ漁業は、2そうびき、以東底びき、サイドトロール、スタートロールなど各種の漁法によって行なわれて来た (Table 18)。漁法によって漁獲性能が異なるから、単位努力 (ひき網1時間) 当り漁獲量 (CPUE) を用いて資源密度指数を推定するためには標準の漁法を設定する必要がある。ここでは海域と年次を通して多量の漁獲をあげたスタートロールを標準漁法とした。

**Table 18.** Catch statistics of Pacific ocean perch in thousands of metric tons for Japanese fishery by region and fishing gear in the North Pacific.

PT : Pair trawl      SD-T : Side trawl      OT-T : Other trawl  
DS : Danish sein      ST-T : Stern trawl

Year	Region		Bering Sea					Northeastern Pacific				
	Gear		PT <sup>2)</sup>	DS <sup>2)</sup>	SD-T <sup>2)</sup>	ST-T <sup>2)</sup>	Others <sup>2)</sup>	Total <sup>3)</sup>	OT-T <sup>2)</sup>	ST-T <sup>2)</sup>	Others <sup>2)</sup>	Total <sup>3)</sup>
1960			?	?	?	—	—	1.1	—	—	—	—
1961			?	?	?	—	—	13.0	—	—	—	—
1962			?	?	?	—	—	13.1	—	—	—	—
1963			5.8	10.9	1.6	—	—	18.3	1.3	5.0	+	6.3
1964			5.5	10.5	16.2	13.1	—	45.3	—	10.7	+	10.7
1965			—	1.0	27.2	18.9	+	47.2	1.6	37.2	+	38.8
1966			0.3	2.0	25.9	21.9	0.4	50.8	0.7	62.5	0.1	63.2
1967			0.1	2.6	8.3	22.9	0.1	34.0	0.3	72.2	+	72.5
1968			—	3.7	1.4	47.2	—	52.3	+	76.3	0.2	76.5
1969			+	+	1.7	28.2	+	29.9	—	68.6	0.2	68.7
1970			+	—	+	23.1	+	23.3	—	51.5	0.3	51.8
1971			+	+	0.1	24.2	+	24.3	0.1	49.7	0.2	50.0
1972			0.1	+	+	14.7	+	14.8	—	59.7	0.2	59.9

1) Statistics by gear for 1960–1962 are not available. Composition of fishing gear in this period seems to be almost the same as in 1963. Statistics by gear for the Hokutensen Fishery in early period were estimated from the number by vessel type.

2) Excluding data from unknown area.

3) Including data from unknown area.

スタートロールの船型 (総トン数で表わした船の大きさ) は年々多様化し、近年には 200 トンから 4,000 トンにおよぶ広い船型の漁船が操業するようになった。漁船の漁獲性能は船型によっても異なるから、単位努力当り漁獲量を取り扱う際にはその事を考慮に入れて、標準船型を設定する必要がある。ここでは、既報 (千国, 1971c) におけると同じ船型階級区分に従って漁船の船型と漁獲性能との関係を検討し、標準船型を定めた。

船型階級と単位努力当り漁獲量の関係を、北東太平洋の 2 海域についてみると、単位努力当り漁獲量はドーム型を示し、船型階級 8 の漁船が最も高い (Fig. 45)。船型階級 9 に属する大型漁船の単位努力当り漁獲量が低い事は、その階級の漁獲性能自体が低い事を示してはいない。1966 年にトロール漁船上において冷凍すり身 (練り製品原料) を生産する技術を開発して以来、大型のトロール漁船はすり身製造プラントを装備して、スケトウダラを主対象として操業するようになった。船型階層 9 に属する漁船は、特にこの傾向が顕著である (千国, 1971c)。漁獲統計の上では、このスケトウダラに対する漁獲努力量が分離して集計されていないため

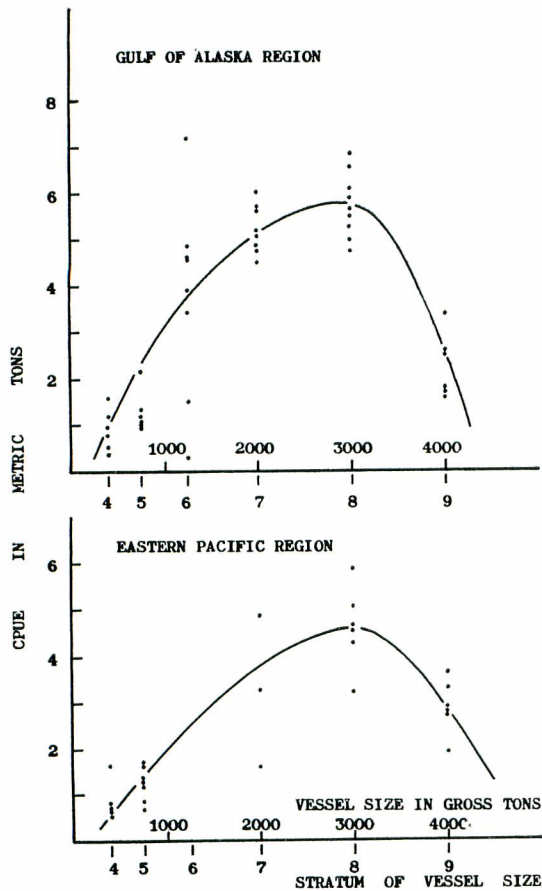


Fig. 45. Relation between vessel size and catch per unit of effort (CPUE) of the Pacific ocean perch for the Japanese stern trawler operated in the Northeastern Pacific during 1964-1972. Unit of effort is 1 hour.

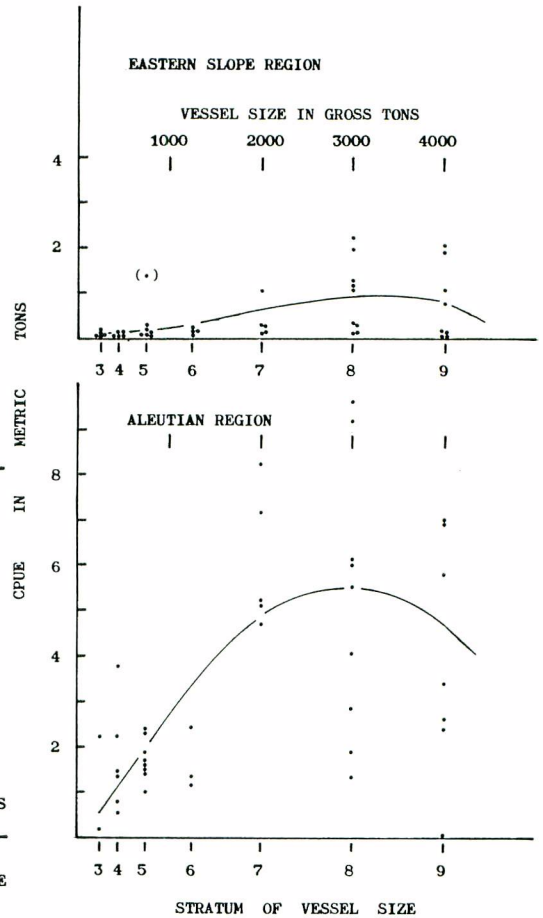


Fig. 46. Relation between vessel size and catch per unit of effort (CPUE) of the Pacific ocean perch for the Japanese stern trawler operated in the Bering Sea during 1964-1972. Unit of effort is 1 hour.

に、アラスカメヌケの単位努力当り漁獲量がみかけ上低い値となっている。

ベーリング海の2海域における船型階級と単位努力当り漁獲量との関係も、北東太平洋の2海域におけるとほぼ同様である (Fig. 46)。すなわち単位努力当り漁獲量はドーム型を呈し、船型階級8の漁船が最も高い。ただ、東部斜面海域においては、単位努力当り漁獲量の水準が全般的に低い。この海域には、スケトウダラのほかギンダラ、コガネガレイ、ニシンなどの生息量が多く、すべての船型の漁船がそれらの魚種を目的とした操業を数多く行なっている。漁獲統計上では、アラスカメヌケ以外の魚種に向けられた漁獲努力量が分離されていないため、この海域におけるアラスカメヌケの単位努力当り漁獲量は総体的に低い水準の値となる。

船型階級別にみたアラスカメヌケの年次別漁獲量を海域別に、Table 19 と 20 に掲げた。いずれの海域においても船型階級8の漁船が年次を通して多量の漁獲をあげている。ただ、アリューシャン海域においては、近年船型階級7の漁船が最も多量の漁獲をあげているが、北太平洋全域を通してみると船型階級8の漁船が最も多量の漁獲をあげたと見てよい。

以上、ここで検討した事項を総合すると、スタートロールの船型階級8 (総トン数2,500~3,500トン) の

**Table 19.** Catch of the Pacific ocean perch in metric tons by region and stratum of vessel size for the Japanese stern trawler operated in the Northeastern Pacific. Data from the unknown area are not included.

Stratum	4	5	6	7	8	9	Total
Vessel <sup>*)</sup> size	300~ 500	500~ 1000	1000~ 1500	1500~ 2500	2500~ 3500	3500~	
Gulf of Alaska region							
1963	—	—	4,979	—	—	—	4,979
1964	—	—	2,529	2,679	5,531	—	10,739
1965	—	—	6,332	3,589	27,266	—	37,187
1966	—	3,347	955	12,815	45,047	—	62,134
1967	194	2,068	5,338	18,066	28,677	25	54,368
1968	1,241	3,247	419	11,211	23,816	14,112	54,046
1969	4,215	2,220	235	12,367	27,582	8,804	55,423
1970	5,135	1,234	360	10,594	21,488	5,401	44,212
1971	2,683	3,325	—	10,655	15,588	12,299	44,550
1972	4,050	2,817	98	13,962	12,717	18,230	51,874
Eastern Pacific region							
1966	—	117	—	—	—	—	117
1967	—	1,835	—	199	13,276	730	16,040
1968	2,021	3,776	—	523	9,861	6,090	22,271
1969	47	1,032	—	—	4,979	5,802	11,860
1970	33	421	—	80	1,109	5,382	7,025
1971	554	372	—	167	1,506	2,580	5,179
1972	18	104	—	782	4,273	2,614	7,791

\*) Gross tonnage

漁船は、漁獲性能が高いと共に、アラスカメヌケを主対象とした操業を比較的多く行なっていると考えられる。このことから、資源密度指数を推定するためには船型階級8のスターントロール漁船を標準として、その単位努力当り漁獲量を用いる事が最も適切と考える。

### 1.2.2 アラスカメヌケの漁獲割合による補正

漁獲統計の上で、総漁獲量の中に占めるアラスカメヌケの漁獲量の割合は、海域により年次によって異なる。これは、漁船がアラスカメヌケだけを対象として操業していないため、統計がその最小区分(月、経度1度、緯度30分、船型階級)にまとめられる際、他の魚種に対する操業の結果が一諸になって集計されるためである。アラスカメヌケの漁獲は、通常は魚群探知機によって群を探索し、発見したいくつかの魚群をねらって網をひくという方法でなされる。したがって、アラスカメヌケを漁獲した際のアラスカメヌケの漁獲物中に占める割合は、漁獲の良否にかかわらず、80~95%程度の高い値となるのが普通である。

標準船型としたスターントロールの階級8の漁船の、漁獲統計上のアラスカメヌケの漁獲割合を Table 21 に示した。漁獲割合は、ベーリング海東部斜面海域を除いて比較的高いが、いずれの海域においても近年低下して来ている。すなわち、上記の3海域においては、1968年まで80~95%の高い値を示した漁獲割合が、1969年以降次第に低下して来て近年は50~60%の値となった。この漁獲割合の近年における低下は、本節の前項で述べたように、漁船がスケトウダラを対象として操業する割合が増加した事に主な原因があると考えられる。標準船型とした船型階級8の漁船の中にも、1969年にはスケトウダラによる冷凍すり身を製造するプラントを装備した漁船が全体の約3割出現している(千国, 1971c)。その後も年を追って、冷凍すり身プラントを装備した漁船が増え、スケトウダラを対象とした操業の割合が増加した。北東太平洋の2海域においては、このスケトウダラを対象とした操業のほかに、市価の好況に刺激されてギンダラを対象とした操業の割合



**Table 20.** Catch of the Pacific ocean perch in metric tons by region and stratum of vessel size for the Japanese stern trawler operated in the Bering Sea. Data from the unknown area are not included.

Stratum	3	4	5	6	7	8	9	Total
Vessel*) size	200~ 300	300~ 500	500~ 1000	1000~ 1500	1500~ 2500	2500~ 3500	3500~	
Eastern Slope region								
1964	—	—	—	—	60	1,143	—	1,203
1965	—	—	—	—	—	1,153	672	1,825
1966	65	4	86	—	—	1,707	2,443	4,305
1967	1,350	919	745	—	—	2,919	1,348	7,281
1968	713	4,570	728	2,311	544	10,498	1,635	20,999
1969	512	3,711	105	268	84	3,059	2,206	9,945
1970	117	222	38	98	296	3,872	1,515	6,158
1971	139	1,320	28	202	998	1,843	504	5,034
1972	1	1,200	317	6	406	617	1,306	3,853
Aleutian region								
1964	—	—	—	—	4,166	7,627	—	11,793
1965	652	—	7	—	—	8,981	6,912	16,552
1966	—	—	363	—	—	6,789	6,508	13,660
1967	—	3,346	2,006	—	—	471	3,383	9,206
1968	—	12,152	295	32	2,700	6,723	489	22,391
1969	4	7,231	488	—	4,475	1,195	140	13,533
1970	—	2,383	1,028	—	7,804	154	0	11,369
1971	—	3,334	1,065	703	5,011	2,202	532	12,847
1972	—	3,526	1,634	690	2,328	355	135	8,668

\*) Gross tonnage

**Table 21.** Composition of the Pacific ocean perch in percentage in the catch statistics for the stratum-8 vessel of the Japanese stern trawler. Northeastern Pacific

Year	Region	Gulf of Alaska region	Eastern Pacific region
1963		68 <sup>*)</sup>	—
1964		78	—
1965		85	—
1966		89	80 <sup>**)</sup>
1967		67	66
1968		82	69
1969		71	84
1970		75	74
1971		64	65
1972		62	52

\*) Composition for stratum-6 vessel.

\*\*\*) Composition for stratum-5 vessel.

Bering Sea

Year	Region	Eastern Slope region	Aleutian region
1964		45	94
1965		25	89
1966		12	93
1967		27	62
1968		33	95
1969		5	76
1970		4	41
1971		2	55
1972		1	50

が増加して来たことも原因のひとつと考えられる。

ベーリング海東部斜面海域においては、この海域がスケトウダラ、ギンダラ、コガネガレイ、ニシンなどの漁場を含むため、漁獲統計上のアラスカメヌケの漁獲割合はもともと低かった。更に、1969年以降この海域で、スケトウダラを対象とした操業の割合は急激に増加した。これは、この海域が北太平洋の中でスケトウダラの最もよい漁場を含んでいるからである。一方、この海域におけるアラスカメヌケを対象とした操業は、若干縮小したものの、1968年以前におけるとほぼ同じ程度の規模でなされた。すなわち、1969年以降におけるこの海域の漁獲統計上のアラスカメヌケの漁獲割合は数パーセントにまで低下したが (Table 21)、1969年から1971年の間の年々の漁獲量は2,000~4,000トンで (Table 20)、1967年以前の漁獲量の水準を上廻っている。

このように、標準とした船型階級においても、漁獲統計には多様化した他の魚種に対する操業結果が混合して集計されているため、漁獲統計から計算した単位努力当り漁獲量はみかけ上低い値となって資源の豊度を正しく表わしていない。したがって、漁獲統計資料からアラスカメヌケの資源密度指数を推定する際には、この

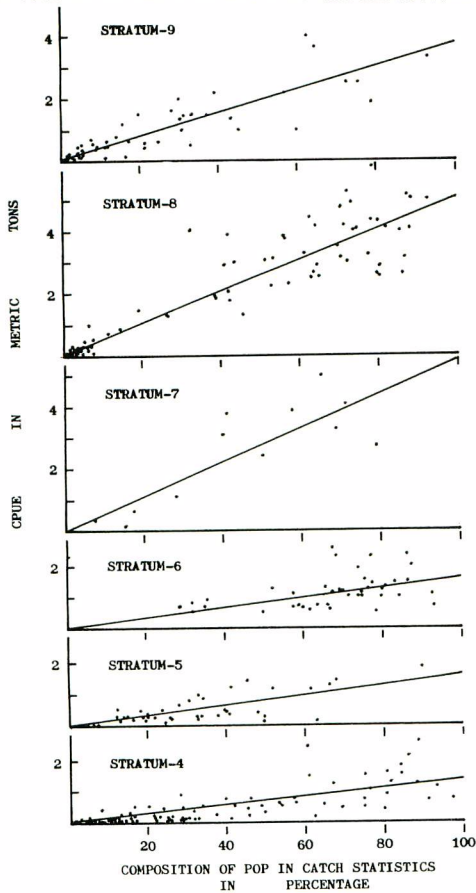


Fig. 47. Relation between CPUE and the composition of catch for Pacific ocean perch in catch statistics by statistical block and month for Japanese stern trawler by stratum of vessel size operated in the Bering Sea in 1968.

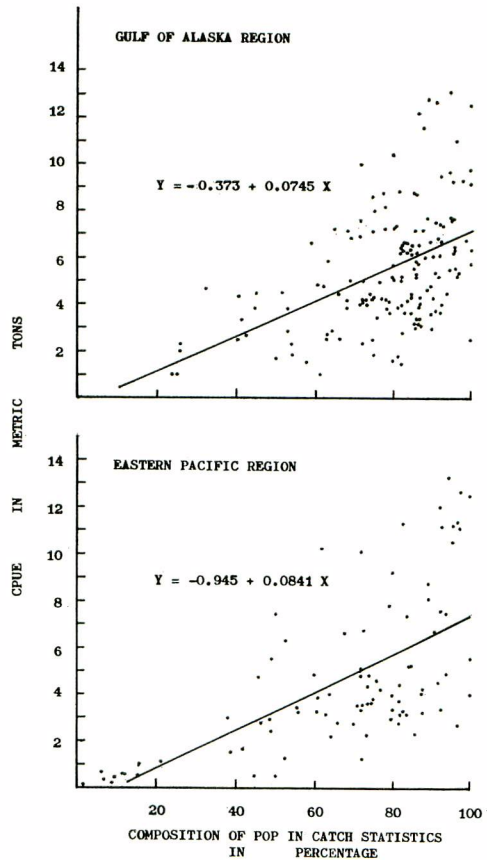


Fig. 48. Relation between CPUE and the composition of catch for Pacific ocean perch in catch statistics by statistical block and month for the stratum-8 vessel of Japanese stern trawler operated in the Northeastern Pacific in 1968.

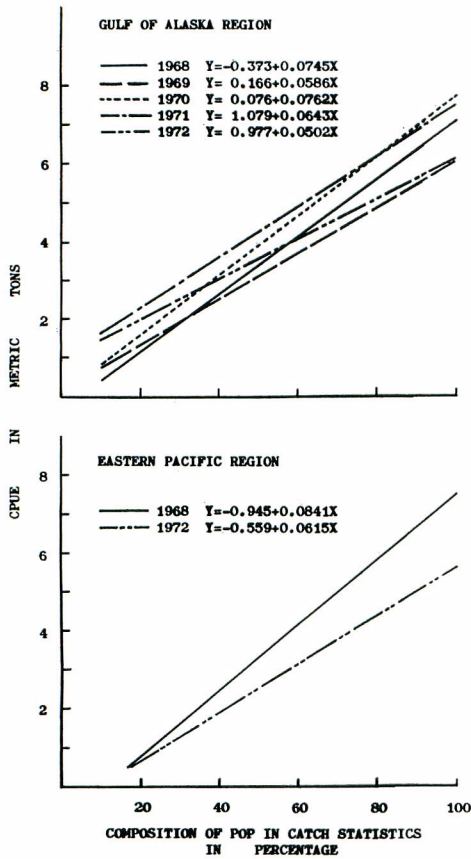


Fig. 49. Annual change in the relationship between CPUE and the composition of catch for Pacific ocean perch in catch statistics for the stratum-8 vessel of Japanese stern trawler operated in the Northeastern Pacific during 1968-1972.

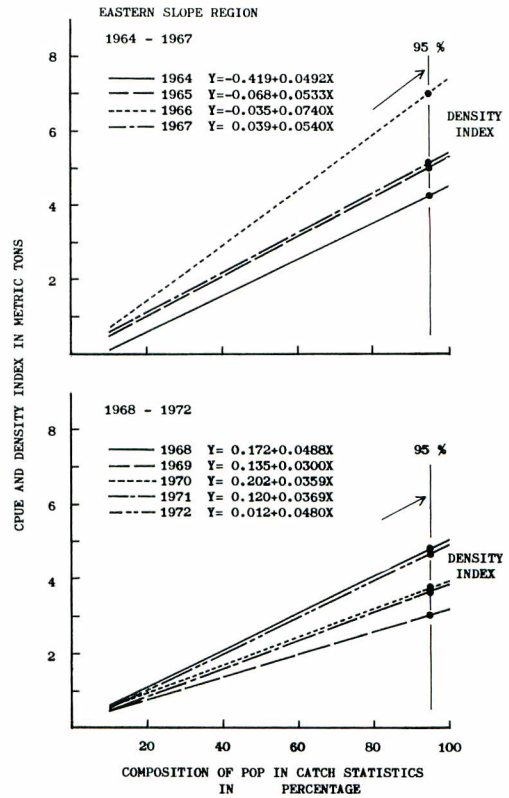


Fig. 50. Annual change in the relationship between CPUE and the composition of catch for Pacific ocean perch in the catch statistics for the stratum-8 vessel of Japanese stern trawler operated in the Eastern Slope Region in the Bering Sea during 1964-1972. And the estimation of the density index for Pacific ocean perch stock in the same period.

点を補正する必要があると考える。

各海域における漁獲統計の最小区分（月，統計漁区，船型階級）毎に，アラスカメヌケの漁獲割合（%）と単位努力当たり漁獲量（トン）を求めて両者の間の相関々係をみると，いずれの海域，いずれの年次においても正比例の関係が明りょうに認められる。ベーリング海の東部斜面海域の1968年における船型階級別の相関々係を Fig. 47 に示した。相関々係は船型階級によって異なるが，いずれの階級においても正比例の関係が明りょうである。あてはめた直線の傾斜は，前項で述べた船型階級毎の漁獲性能に比例していると考えられる。同年の北東太平洋の2海域における標準船型階級の漁船の，アラスカメヌケの漁獲割合と単位努力当たり漁獲量との相関々係を Fig. 48 に示した。いずれの海域においても正比例の関係が明りょうである。このように，漁獲割合と単位努力当たり漁獲量との間には，船型階級や海域を通して普遍的な関係が存在しているから，その相関々係を用いてアラスカメヌケの漁獲割合の低下による単位努力当たり漁獲量の偏りを補正する事ができると考える。



**Table 22.** Regression line between catch composition in percentage and catch per unit of effort (CPUE) in metric tons for the catch statistics of the Pacific ocean perch caught by the stratum-8 vessels of Japanese stern trawler operated in the North Pacific.

## Northeastern Pacific

Year	Region	Gulf of Alaska region		Eastern Pacific region	
	Regression	Coefficient	Constant	Coefficient	Constant
1968		0.0745	-0.373	0.0841	-0.945
1969		0.0586	0.166	*)	*)
1970		0.0762	0.076	**)	**)
1971		0.0643	1.079	**)	**)
1972		0.0502	0.977	0.0615	-0.559

## Bering Sea

Year	Region	Eastern Slope region		Aleutian region	
	Regression	Coefficient	Constant	Coefficient	Constant
1964		0.0492	-0.419	*)	*)
1965		0.0533	-0.068	0.1175	-1.545
1966		0.0740	-0.035	*)	*)
1967		0.0540	0.039	0.1416	-3.648
1968		0.0488	0.172	*)	*)
1969		0.0300	0.135	0.1090	-1.458
1970		0.0359	0.202	0.0758	-1.434
1971		0.0369	0.120	0.0481	0.538
1972		0.0480	0.012	0.0514	-0.124

\*) Regression line was not calculated because the each composition of Pacific ocean perch showed high percentage enough.

\*\*\*) Regression line could not be estimated with sufficient reliability because of scarce data.

各海域における標準船型階級の漁船の相関係に、年次毎に回帰直線をあてはめ、得られた結果を Table 22 ならびに Fig. 49, 50 および 51 に示した。その際、アラスカメヌケの漁獲割合が十分に高い年次については、単位努力当り漁獲量を補正する必要がないため、回帰直線を求めなかった。また、1967 年以前の北東太平洋の 2 海域については、船型階級別・統計漁区別の統計資料が利用できなかったため、回帰直線は求めなかった。

北東太平洋の 2 海域では、回帰関係の経年的な変化に特に有意な変化はないのに対して (Fig. 49)、ベーリング海の東部斜面海域においては 1966 年以降回帰係数が年々減少し近年にはふたたび増加するという経年変化を (Fig. 50)、アリューシャン海域では 1969 年以前の大きな回帰係数から 1970 年以降の小さな回帰係数へと段階的な経年変化をしている (Fig. 51)。このような相関係の海域間の違いは、資源と漁場の特徴が海域によって異なるために生じたものと考えられる。そのため、北東太平洋の 2 海域については、海域別に得られた各年次の回帰係数の平均値を用い、漁獲統計から計算された年次別の単位努力当り漁獲量と漁獲割合の点を平行移動して、現実の漁獲割合の補正を行なった (Fig. 52)。漁獲割合の標準は、北東太平洋で過去に観測された漁獲割合 (Table 21) のうち高い割合の数値を考慮して、85% とした。ベーリング海の 2 海域については、年次毎に求められた回帰直線を用いて漁獲割合の補正を行なった (Fig. 50, 51)。漁獲割合の標準は、ペー

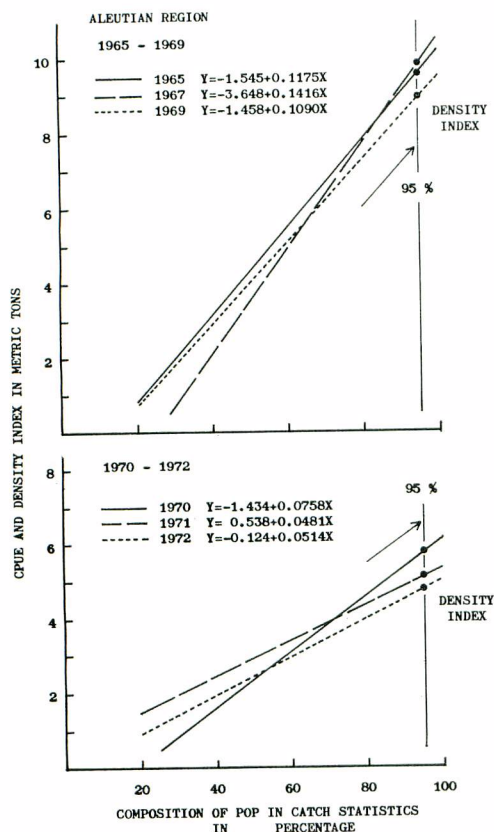


Fig. 51. Annual change in the relationship between CPUE and the composition of catch for Pacific ocean perch in the catch statistics for the stratum-8 vessel of Japanese stern trawler operated in the Aleutian Region in the Bering Sea during 1964-1972. And the estimation of the density index for Pacific ocean perch stock in the same period.

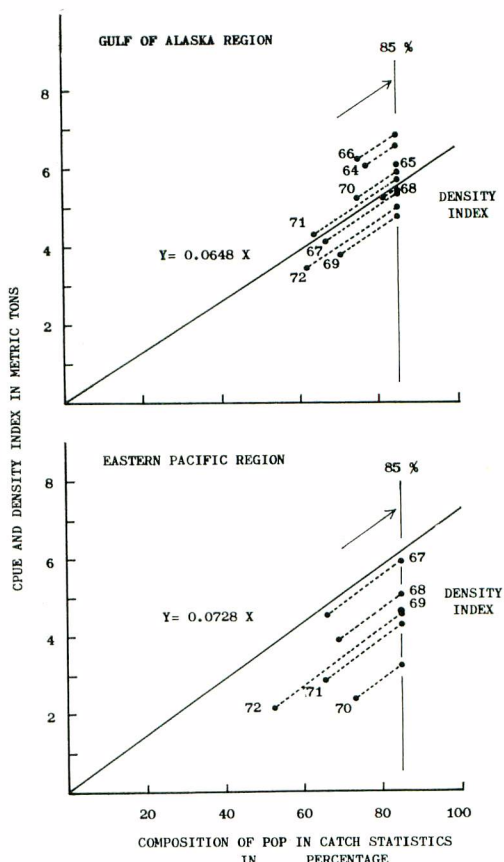


Fig. 52. Estimation of the density-index from observed CPUE for the Pacific ocean perch stock in the Northeastern Pacific during 1964-1972.

ング海で過去に観測された高い割合を考慮して 95% とした。なお、1963 年のアラスカ漁海域では船型階級 6 の漁船のみが、また 1966 年の東太平洋海域では船型階級 5 の漁船のみが、それぞれ操業している (Table 19)。そのため、これらの年次については翌年における標準船型漁船とこれらの船型階級の漁船との間の単位努力当り漁獲量の比を用いて、上記の船型階級の漁船の単位努力当り漁獲量を標準船型のそれに標準化したのち、他の年次におけると同じような漁獲割合の補正を行なった。

上記のようにしてアラスカメヌケの漁獲割合を補正した標準船型階級の単位努力当り漁獲量を、北太平洋のアラスカメヌケの海域別の資源密度指数とした。得られた結果を、漁獲割合を補正しない単位努力当り漁獲量および漁獲統計上のアラスカメヌケの漁獲量の割合と対比して、Fig. 53 および 54 に示した。各海域における資源密度指数と単位努力当り漁獲量の経年変化の間には、本質的な異なりは認められず、変化の量的な水準が異なるだけである。量的な水準については、他の魚種に対する操業の結果が混在している漁獲統計の偏よ

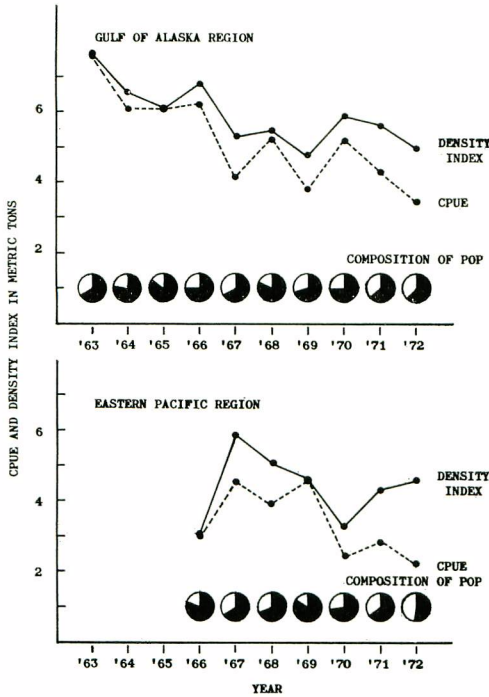


Fig. 53. Comparison of the density-index with CPUE for the stratum-8 vessel of Japanese stern trawler operated in the North-eastern Pacific, showing with the composition of catch for Pacific ocean perch in catch statistics.

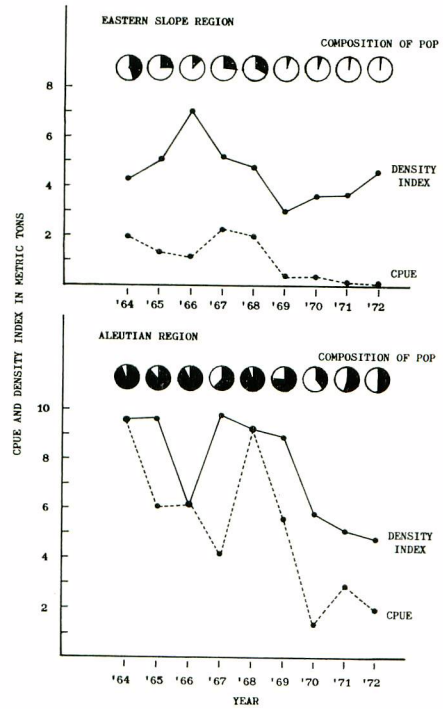


Fig. 54. Comparison of the density-index with CPUE for the stratum-8 vessel of Japanese stern trawler operated in the Bering Sea, showing with the composition of catch for Pacific ocean perch in catch statistics.

りを補正した資源密度指数の方が、より適切に資源の豊度を代表しているものとする。

アラスカメヌケの漁獲は、魚群探知機によって魚群を確認してからなされるから、不漁の場合でも漁獲物組成の中に占めるアラスカメヌケの割合は一般に高い。しかしこの研究で用いた漁獲割合による補正方法には、資源の密度が低下した時に生じているかも知れない漁獲物組成の変化を越えて、過大な補正が行なわれるという危険が皆無とはいえない。その点については、漁獲統計資料からは吟味する事が不可能であるから、今後別途に調査を行なって検討する必要がある。

### 1.3 資源密度指数の経年変化

海域ごとに推定された資源密度指数を Table 23, Fig. 55, および 56 に掲げた。

アラスカ湾海域における資源の豊度は、漁業開始当時の高い水準から、1967~1969年にかけて低下した。1964年から1966年にかけての多量な漁獲が、この資源豊度の低下をもたらしたと考える。1970年以降、資源の豊度は若干回復したが、近年にも低下して行く傾向を示している。今後においても資源の水準は低下して行く事が予測される。

東太平洋海域においては、資源の豊度は1967年から1970年にかけて急速に低下した。これは、1965年から1968年にかけて行なわれた多量の漁獲による結果と考える。1971年以降、資源豊度の低下傾向は停滞し、回復に向う徴候が認められる。なお、この海域で1966年には低い資源密度指数が得られたが (Table 23), 漁



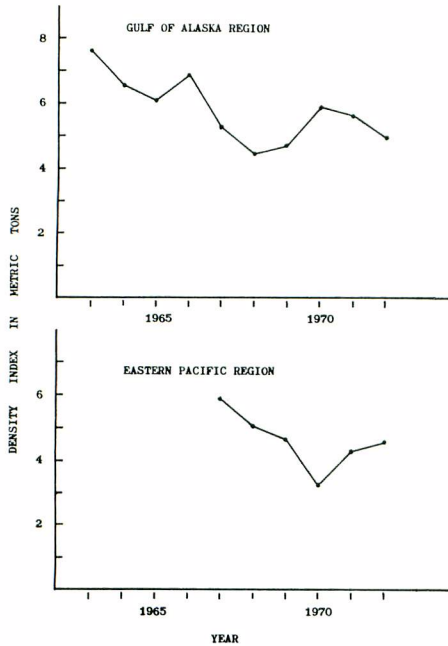


Fig. 55. Annual change in the density index for the abundance of the Pacific ocean perch stock in the Northeastern Pacific.

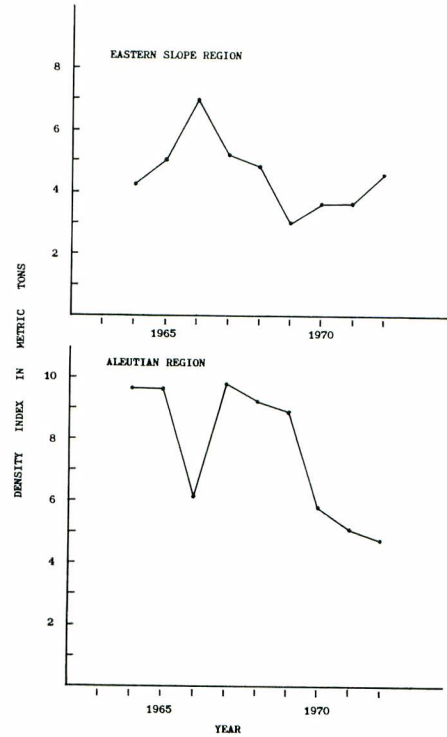


Fig. 56. Annual change in the density index for the abundance of the Pacific ocean perch stock in the Bering Sea.

獲量はわずかであり（117トン、Table 19）、その代表性に十分な信頼をおき難いので、ここでの検討から除外した。

ベーリング海の東部斜面海域における資源の豊度は、1966年から1969年にかけて急速に低下した。これは、その期間の多量の漁獲と1961年以降の継続的な漁獲の結果が現われたものと考えられる。1970年以降は資源豊度の低下傾向が停止し、ほぼ同水準を続けるか回復に向う徴候を示している。この海域の1964年から1966年にかけての資源密度指数は上昇している。これは、この期間にサイドロールやスタートロールなど高い性能を持った漁船の操業が本格的となり（Table 18）、漁場がそれまでの陸だな縁辺部からアラスカメヌケの主たる生息場である陸だな斜面に拡大されたため、みかけ上、資源密度指数が上昇したものと考えられる。

アリューシャン海域における資源の豊度は、1967年以降継続的に低下して来た。特に1970年における低下は著しく、近年に至っても低下傾向は停止していない。資源の豊度はまだ低い水準に低下する事が予測される。この資源豊度の低下は、1964年から1966年にかけて行なわれた多量の漁獲と、その後も継続した比較的多量の漁獲による結果と考えられる。この海域の1966年の資源密度指数が、その近年に比べて非常に低いのは、用いた資料のばらつきによるもので、資源豊度の変化に有意な結果ではないと考える。

北東太平洋の2海域における上記の結果は、漁船の船型階級による漁獲性能の補正だけを行なった単位努力当り漁獲量によって、毎年検討して来た結果（千国、1970c、1971e、1972a、1973）と本質的には異なっていない。

**Table 23.** Annual change in the density index in metric tons for the abundance of Pacific ocean perch stock by region in the North Pacific.

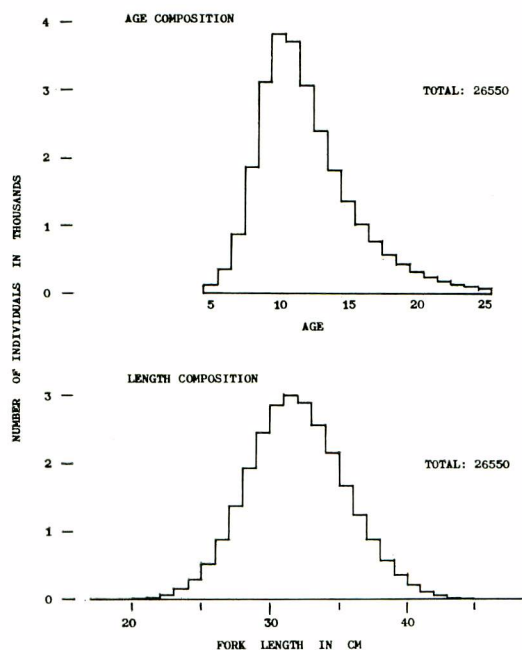
Northeastern Pacific.

Year \ Region	Gulf of Alaska region	Eastern Pacific region
1963	7.63	—
1964	6.54	—
1965	6.08	—
1966	6.84	3.03 <sup>*)</sup>
1967	5.27	5.88
1968	4.46	5.03
1969	4.73	4.65
1970	5.88	3.23
1971	5.64	4.28
1972	4.94	4.55

<sup>\*)</sup> Not reliable enough for scarce catch.

Bering Sea

Year \ Region	Eastern Slope region	Aleutian region
1964	4.26	9.64
1965	5.00	9.62
1966	7.00	6.14
1967	5.17	9.80
1968	4.81	9.22
1969	2.98	8.90
1970	3.61	5.77
1971	3.63	5.10
1972	4.57	4.76



**Fig. 57.** The simulate data for age-composition and length-composition used in the analysis of the iteration in this study. Survival rate of 0.75 was given for ages 13-20 in the age-composition. The length-composition was back-calculated from the age-composition through the original length-distribution by age. The distribution for the Pacific ocean perch in the Gulf of Alaska region was applied in this analysis.

## 2 年令組成の経年変化

### 2.1 年令組成の推定

海域別（北東太平洋については水域別）、年次別に推定された漁獲物体長組成（附表 I, II）から年令組成を推定するため、福田（1975）の方法に従って体長—年令変換表を用いた繰り返し計算法による推定を行なった。

本論文の第 II 章第 2 節における「生長」についての研究の結果、海域別に得られた年令別尾叉長（Table 5, 6, 8）と年令別体長組成の標準偏差（Table 10）とを用い、アラスカメヌケの年令別体長組成が正規分布に近い分布をするという仮定において、海域毎に年令別体長分布表（正規分布）を作製した。生長の研究の結果から、加入年令は 5 才、寿命は 25 才と推定したから、取り扱う年令巾は 5~25 才とした。その際、東太平洋海域におけるアラスカメヌケについては、年令別体長組成の標準偏差が不明なため、アラスカ湾海域における年令別標準偏差を用いた。

以下に繰り返し計算法による年令組成の推定の経過を、ひとつの試料について記述する。試料は、13 才から

20 才の間の生残率を 0.75 とし、5 才から 25 才の間の他の年令には適当な数値を与えて作製したひとつの年令組成とそれから逆算した体長組成である。すなわち、作製した年令組成 (Fig. 57, Table 24) の年令別尾数に年令別体長分布表を適用して年令別の体長組成 (正規分布) を計算し、すべての年令の体長組成を合計してひとつの逆算体長組成 (Fig. 57) を作製した。ここでの年令別体長分布表は、アラスカ湾海域におけるものを用いた。

年令組成 (比) の初期値を 1 とし、年令別体長分布表から体長階級別年令別頻度分布を計算して第 1 次の体長—年令変換表とする。この第 1 次の変換表を体長組成に適用して第 1 次の年令組成を求める。得られた年令組成 (比) によって年令別体長分布表の年令別の重みづけを行ない、第 2 次の変換表を作製する。第 2 次の変

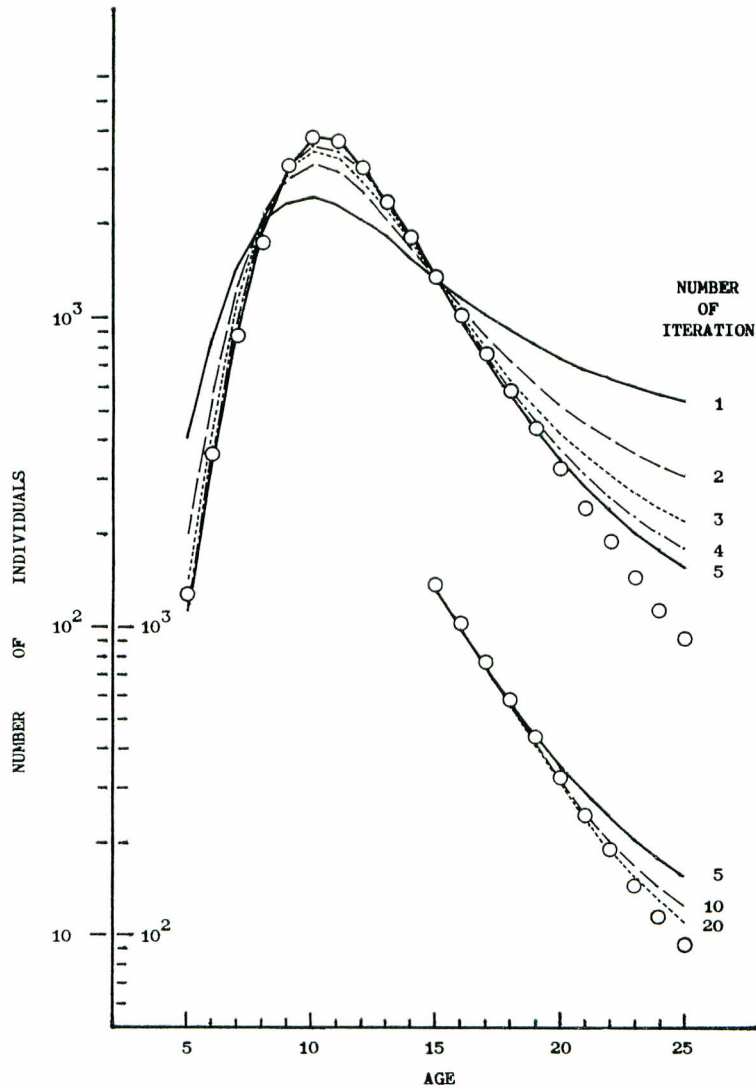


Fig. 58. Change in the calculated age-composition according as the process of the iteration. Small circles in the figure indicate the simulate age-composition.



換表を体長組成に適用して第2次の年令組成を求める。この繰り返し計算を進めると、年令別体長分布表の重みづけのために与えた年令組成(比)と得られた年令組成(比)とが次第に接近して、体長組成から推定された年令組成はある所に収れんして来る。

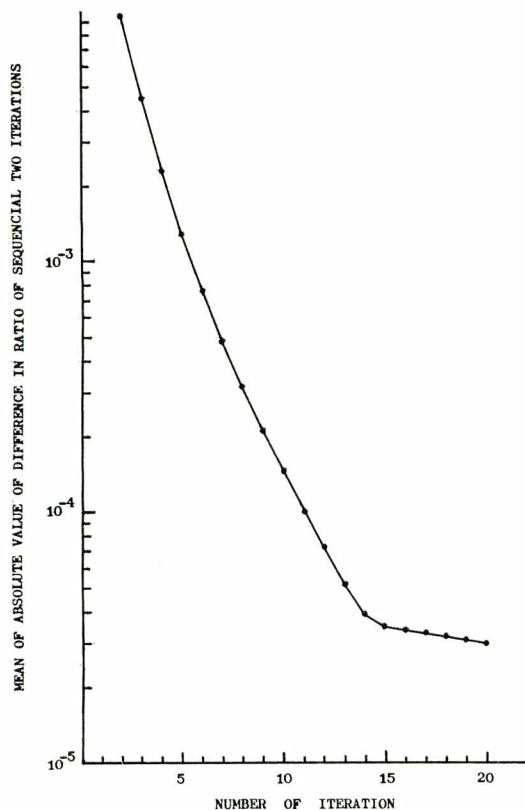


Fig. 59. Change in the mean of absolute value of difference in ratio of sequential two iterations according as the process of the iteration.

る。

繰り返し計算を終了する判定条件として、

$$\bar{d}_j \leq 0.002$$

という条件を与えると、この試料の計算は5回で終了する。繰り返し5回で得られた年令組成を試料のそれと比較すると、21才以上の高令域ではまだ十分に収れんしていないが、全体としてみればよく接近している (Table 24, Fig. 58)。計算された年令組成の分布型に、偏りはほとんど生じていない。また実数値の差もわずかである。すなわち、試料の年令別尾数と計算値との差は、5~12才について122尾(0.5%)、13~20才について156尾(0.6%)、21~25才について284尾(1.1%)にしか過ぎない。したがって、13~20才の計算値から求めた生残率(0.755)は、試料に与えたそれ(0.754)によく一致している。21~25才で求めた計算値の生残率(0.846)は、試料に与えたそれ(0.772)より大きい、その差は7.4%程度でしかない。13才から25才を通して求めた生残率の差は1.2%程度である。

上記の結果を総合し、アラスカメヌケの体長組成から年令組成を推定するには、体長一年令変換表を用いて繰り返し計算を行なう事が適切な方法であると考えられる。繰り返し計算を終了する判定条件としては、体長一年

上記の試料についてこの繰り返し計算を行ない計算された年令組成をみると、Fig. 58 に示したように変化する。年令別体長分布表を修正して行く過程から明らかなように、当初は平坦な年令組成が得られるが、繰り返し計算の回を追って計算値は試料の年令別尾数に接近する。20回の繰り返し計算の結果はほとんど試料の年令組成に一致している。この繰り返し計算には電子計算機を用いなければならないから徒に繰り返しの回数を増すことは得策でない。

連続した2回の繰り返し計算の結果の年令組成(比)の差の絶対値

$$|d_{ij}| = |r_{ij} - r_{i,j+1}|$$

( $i$ : 年令,  $j$ : 繰り返し回数)

をとり、その平均値

$$\bar{d}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |d_{ij}|$$

が繰り返し回数の増加に伴ってどのように変化するかを調べた (Fig. 59)。 $\bar{d}_j$  は、初回から繰り返し計算が進むに従って急速に減少して行くが、0.001を越えたあたり(5回)から減少速度が若干低下する。その後も減少速度は徐々に低下し、0.00005を越えると(14回)、急に速度が大きく低下してほとんど変化しなくなる。この変化は、 $\bar{d}_j$  がほぼ0.001となるまでの間に収れん速度の有効な第1段階があり、それから0.00005となるまでの間に第2段階がある事を示していると考え

**Table 24.** Comparison of the age-compositions between simulate number and estimate through 5-times iteration.

Age	Simulate number	Estimate by 5-times iteration
5	130	115
6	366	361
7	880	996
8	1,878	2,065
9	3,123	3,129
10	3,835	3,660
11	3,703	3,541
12	3,084	3,010
13	2,400	2,370
14	1,819	1,788
15	1,372	1,329
16	1,035	990
17	774	742
18	584	570
19	440	447
20	329	356
21	249	291
22	191	244
23	148	208
24	116	180
25	94	159
Total	26,550	26,551
Survival rate, ages 13-20	0.754	0.755
Survival rate, ages 20-25	0.772	0.846
Survival rate, ages 13-25	0.756	0.768

令変換表を作製する年齢別体長分布表の年齢別重みづけに与えた年齢組成（比）と得られた年齢組成（比）との差の絶対値の平均が 0.002 以下になる事とすれば、実用上十分な精度の推定値が得られる。

本論文で用いた年齢組成は、すべて上記の方法によって推定した。海域別に推定した日本の漁獲物の年齢組成を附表IVに掲げた。アラスカ湾海域については、水域別に推定した年齢組成を加算して海域のものとした。東太平洋海域については、ワシントン・オレゴン水域における日本の漁業の漁獲がまばらで体長組成資料も少ないため、ブリティッシュ・コロンビア水域の推定値を、漁獲量の比によって海域の年齢組成に換算して用いた。

## 2.2 年齢組成の経年変化

日本の漁獲物の年齢組成を海域別、年次別に Fig. 60 と 61 に示した。

アラスカ湾海域では 1963 年から 1966 年にかけて高令魚の占める割合が低下した。特に 15 才以上の高令魚における変化が著しい。1967 年から 1968 年にかけて、モードの年齢が 1～2 才高令になると共に高令魚の割合が増加して、漁獲物はふたたび高令化した。これは、漁業がアラスカ湾海域の東方に漁場を拡大し、新たな群を対象として漁獲を始めた事に原因している。1969 年以降、この新たな漁獲対象群においても、モードの年齢は 11～9 才と若令化して来た。同時に年齢組成は平坦な形状を呈するようになった。これは、それまでの多量の漁獲によって 10～15 才魚の資源尾数が過度に減少したためと考える。年齢構成からみると、資源は悪い状態にあると考えられる。大きな年級変動は、いずれの年次においても認められない。

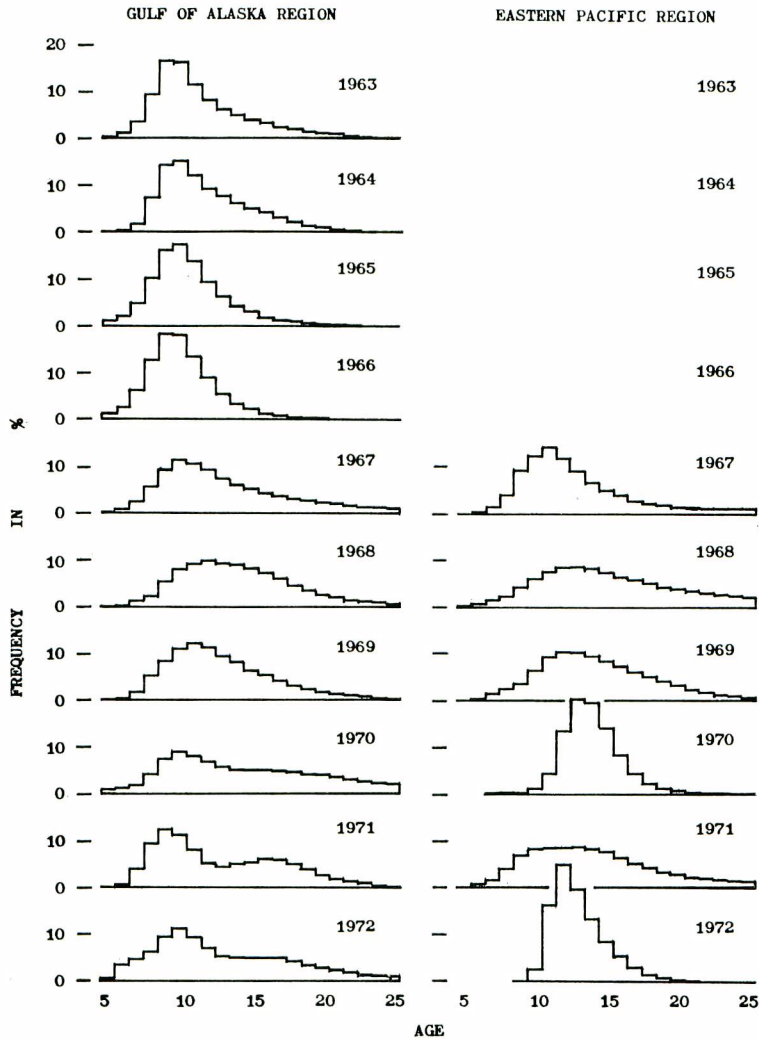


Fig. 60. Annual change in the age-composition for the catch of Pacific ocean perch caught by the Japanese fishery in the Northeastern Pacific through 1972.

東太平洋海域においては、日本の漁業が漁場となる水域を十分に覆って操業していない事から、年齢組成の経年的な変化は明瞭ではない。しかし、標本数の少ない 1967、1970、1972 年の 3 カ年を除いてみると、年齢組成の上では特に有意な変化は生じていない。また大きな年級変動は認められない。

ベーリング海の東部斜面海域においては、1963 年から 1965 年にかけて漁獲物のうち高令魚の占める割合が急速に低下して、漁獲物は若令化した。この事は 15 才以上の高令魚において特に顕著である。1966 年には 14 才以上の高令魚の割合が増加して、漁獲物はふたたび高令化した。これは、2 そうびきと以東底びきがこの時期にアラスカメヌケ漁業から姿を消すと共に、大型で高性能のスタートロールが本格的な操業を開始し (Table 18)、陸だな斜面のより深い漁場で新しい群の開発を始めた事に起因している。1967 年以降高令魚の割合は減少し、漁獲物はふたたび若令化した。特に 1969 年からの変化は急激である。近年における漁獲



は 10 才以下の若令魚が大半を占め、資源は悪い状態にある事を示すと共に、若令魚を漁獲する事の危険を予測させる。1969 年から 1972 年にかけて、1961 年級および 1962 年級の卓越年級群が認められる。この卓越年級群の出現は、漁業が若令魚に強く依存した漁獲を開始した事をも示している。

アリューシャン海域においては、1964 年から 1967 年までの間、年齢組成の上に特に有意な変化は認められない。1968 年には、急に高令魚の割合が減少すると共に、6~8 才の若令魚が急増している。以後 7~10 才の若令魚が漁獲の主体を占め近年に至っている。この若令魚は、主として 1961 年級と 1962 年級が占め、それらが卓越した年級群であった事が明りようである。この卓越年級群は、東部斜面海域におけるそれと年齢を同じ

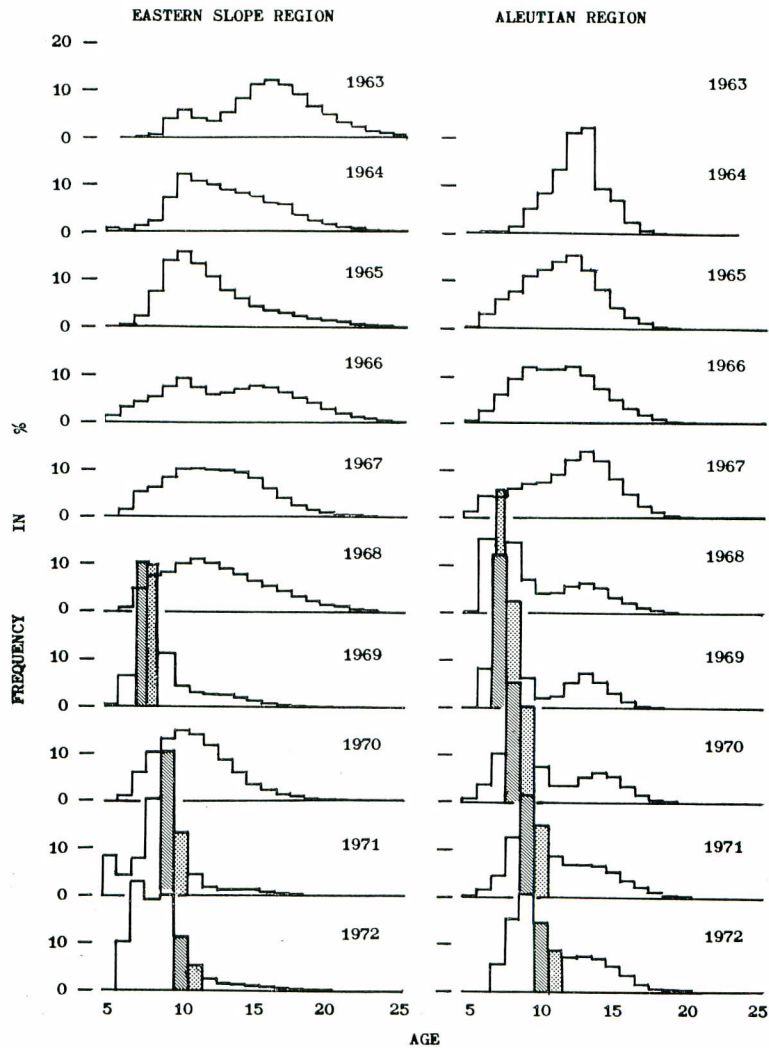


Fig. 61. Annual change in the age-composition of the catch of Pacific ocean perch caught by the Japanese fishery in the Bering Sea through 1972. Shaded columns in the figure indicate the dominant year-classes of 1961 and 1962.

くしているから、アリューシャン海域を含むベーリング海では、これらの年級群の加入までの生残りに有利な条件があったと考えられる。若令の卓越年級群の出現は、同時に、漁業が1968年以降10才以下の若令群に対する漁獲を強めた事を示している。年令組成からみた資源の状態は良くないと考えられ、若令魚を漁獲する事の危険が予測される。

3 自然死亡係数と漁獲能率の推定

本章の第2節で推定した海域別の漁獲物年令組成を用い、生残率( $S$ )の推定によく使用される式(RICKER, 1958).

$$S = \frac{i+1n_{t+1} + i+1n_{t+2} + \dots}{in_t + in_{t+1} + \dots}$$

( $i$ : 年次,  $t$ : 年令)

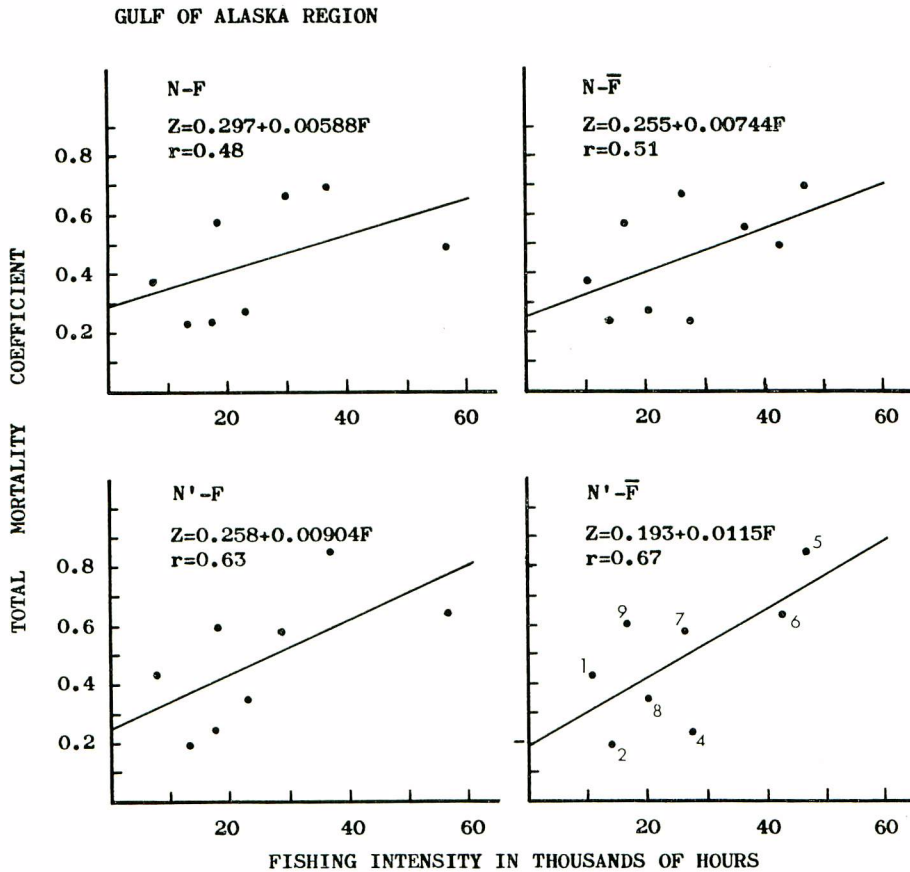


Fig. 62. Change in the correlation between total mortality coefficient and fishing intensity with four different methods for the Pacific ocean perch in the Gulf of Alaska region.  $N$  and  $F$  denote the number of fish for density index and fishing intensity in a year ( $i$ ), while  $N'$  and  $\bar{F}$  denote the number of fish for mean density index and mean fishing intensity between successive two years ( $i, i+1$ ).

によって  $S$  を推定した。更に、

$$S = e^{-z}$$

の関係から、全減少係数 ( $Z$ ) を求めた。

$m_i$  には、漁獲量と資源密度指数 (実数値) との比によって年令別の漁獲尾数から求めた年令別の資源密度指数 (尾数) を用いた。その際、年令別資源密度指数は、 $i$  年の資源密度指数をそのまま用いた場合 ( $m_i$ ) と  $i$  年と  $i+1$  年の資源密度指数の平均値を求めて  $i$  年の資源密度指数として用いた場合 ( $m'_i$ ) との2通りについて計算した。 $S$  および  $Z$  も、これらの資料によって2通りの推定値を求めた。計算に用いた年令中は海域と年次によって異なるが、おおむね 14~25 才である。

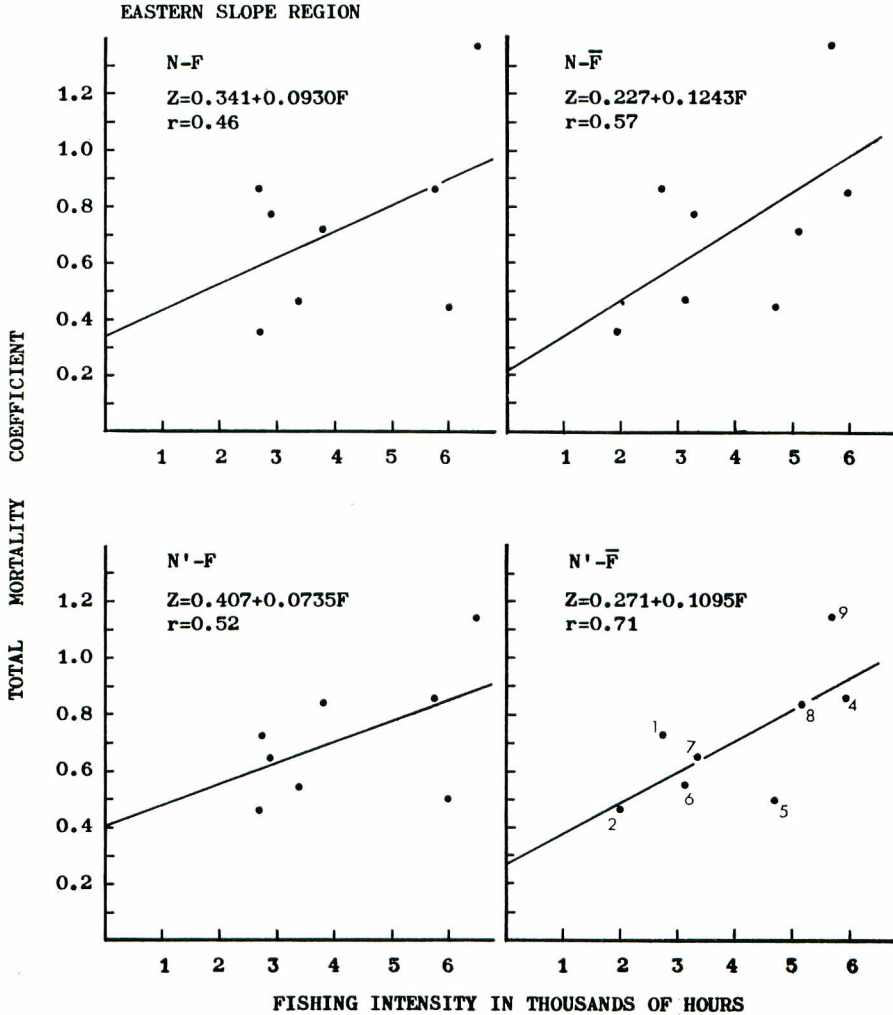


Fig. 63. Change in the correlation between total mortality coefficient and fishing intensity with four different methods for the Pacific ocean perch in the Eastern Slope region in the Bering Sea.  $N$  and  $F$  denote the number of fish for density index and fishing intensity in a year ( $i$ ), while  $N'$  and  $\bar{F}$  denote the number of fish for mean density index and mean fishing intensity between successive two years ( $i, i+1$ ).



有効漁獲強度 ( $f$ ) は、海域別に、すべての国による漁獲量を資源密度指数 (実数値) で割って求めた。 $f_i$  についても、 $i$  年の  $f$  をそのまま  $f_i$  とした場合と、 $i$  年と  $i+1$  年の平均の  $f$  を  $i$  年のものとした  $\bar{f}_i$  との2通りを求めた。

上記のようにして得られた2通りの  $Z$  と2通りの  $f$  とを用いた4つの組合せによって、 $Z$  と  $f$  の相関々

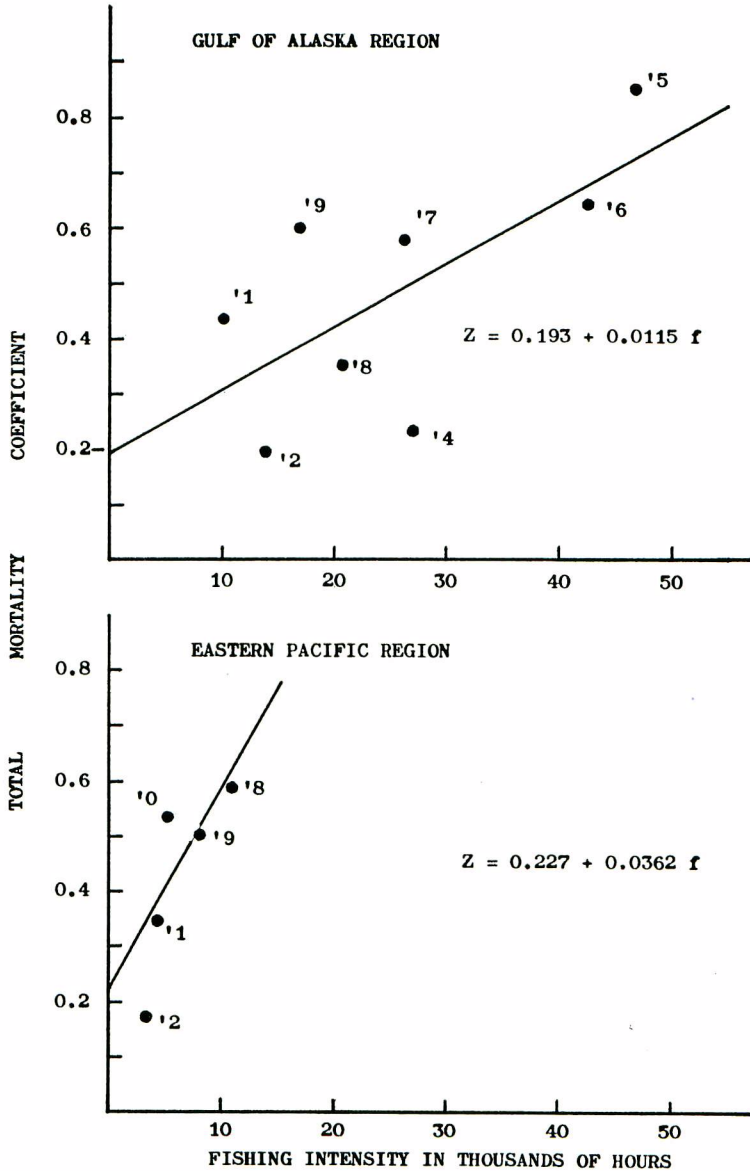


Fig. 64. Relationships between total mortality coefficient ( $Z$ ) for the Pacific ocean perch and the effective overall fishing intensity ( $f$ ) of the fishery in the Northeastern Pacific. Datum for 1969/70 in the Gulf of Alaska region was omitted due to unreasonably large survival caused by the fluctuation of the original age-composition.

係を検討した。アラスカ湾海域とベーリング海東部斜面海域における結果を、Fig. 62 と 63 に示した。両海域とも 1969-70 年の資料は生残率が異常に大きいため、ここでの検討から除外した。相関係数は、どちらの海域においても  $n_i - f_i$  の関係で最も低く、 $n_i' - \bar{f}_i$  の関係で最も高い。自然死亡係数 ( $M$ ) および漁獲能率 ( $q$ ) の計算値は、4つの組合せ毎に異なるが、その差は小さい。

TANAKA (1975) は、年令別の単位努力当り漁獲尾数から生残率を求めて全減少係数と努力量との相関々係から  $M$  と  $q$  を推定する際、(1)努力量の平均を用いる場合、(2)尾数の算術平均を用いる場合、(3)尾数の幾何平均を用いる場合、の3通りの方法について推定値の精度を吟味している。その結果、自然死亡および漁獲死亡が期間内に均等に分布している場合には、努力量の平均値を用いる方法が最も偏りの少ない推定値が得られるとしている。また、尾数の算術平均や幾何平均を用いる方法は、一般に推定値の偏りが大きくなるおそれがあり、望ましい方法ではないとしている。

アラスカメヌケの自然死亡は年間の特定の時期に偏って生じるとは考えられず、漁獲死亡も若干の季節的な変化はあるが、年間の特別の時期に集中して起ってはいない。したがって上記の TANAKA (1975) の得た結果に従えば、 $n_i - \bar{f}_i$  の相関々係を用いる方法が最もよいという事例に相当する。しかし、アラスカメヌケの場合には、漁獲強度が経年的に大きく変化したアラスカ湾海域 (Fig. 62) においても、漁獲強度がそれほど大きく変化しなかった東部斜面海域 (Fig. 63) においても、 $Z$  と  $f$  の相関々係は  $n$  と  $f$  の組合せを変え

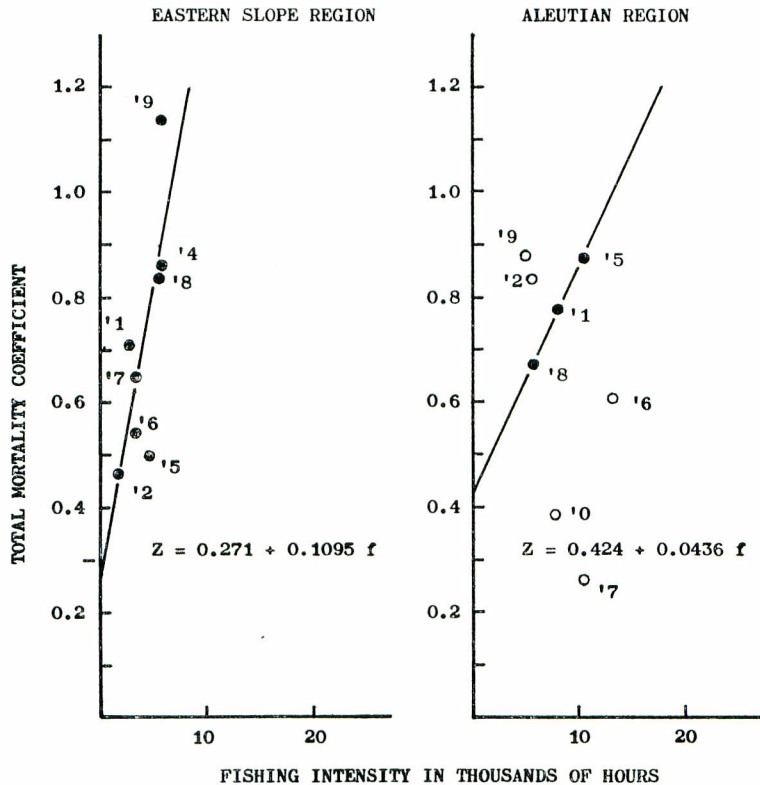


Fig. 65. Relationships between total mortality coefficient ( $Z$ ) for the Pacific ocean perch and the effective overall fishing intensity ( $f$ ) of the fishery in the Bering Sea. The data illustrated with white circle in the figure were not used in the calculation of the regression line, as those were considered to be affected by the fluctuation of original data.

てもさほど大きく変化しない。そして  $n'_i - \bar{f}_i$  の組合せにおける相関係数が最も大きい。これらの検討結果から、本研究においては、 $n'_i$  と  $\bar{f}_i$  との相関々係を用いて  $M$  と  $q$  の推定を行なった。

海域別に得られた結果を、下記および Fig. 64 と 65 に示した。同図では、 $q$  の海域間の異なりを明りょうに図示するため、 $f$  を同じ尺度で描いてある。また、アリューシャン海域においては点のばらつきが激しく、全資料を用いると逆相関の関係を示すため、回帰直線を計算する際には上下に大きくとび離れた点を除外した。そのため、同海域における推定値の精度は他の海域の推定値よりも低いと考えられる。

アラスカ湾海域	$Z=0.193+0.0115f$
東太平洋海域	$Z=0.227+0.0362f$
東部斜面海域	$Z=0.271+0.1095f$
アリューシャン海域	$Z=0.424+0.0436f$

( $f$ の単位：1000 時間)

$M$  はアラスカ湾海域と東太平洋海域とでは小さく、東部斜面海域、アリューシャン海域の順に大きい。東部斜面海域ではアラスカメヌケの生息場に接近して、オヒョウ、アブラガレイ、カラスガレイなどの魚食性魚類が多く分布している。天敵の多い事が、この海域の  $M$  を大きくしている大きな原因と考える。アリューシャン海域における生息場の空間的な広がり是非常に狭い。アラスカメヌケの適水温である  $4\sim 5^\circ\text{C}$  の水塊は、アリューシャン海嶺にそって帯状に分布し、その巾は 100~200 マイルしかない (DODIMEAD *et al.* 1963)。このような生活可能圏の狭さが、この海域におけるアラスカメヌケの  $M$  を大きくしている主因と考える。

アラスカメヌケの寿命は 25 才と推定されたから、田中 (1960) の論じた寿命と  $M$  の関係からすれば、ここで得られた  $M$  はかなり大きい。このことも、アラスカメヌケの持つ特異な特徴のひとつである。上記の結果から、海域別の  $M$  を、アラスカ湾海域と東太平洋海域については 0.2、東部斜面海域については 0.3、アリューシャン海域については 0.4 として、この後の検討を進めた。

漁獲能率 ( $q$ ) は、アラスカ湾海域では小さく、他の海域では大きい。のちに資源量推定の項で述べるように、アラスカ湾海域における資源量は他の海域と比べて格段に多く、漁場も広い。これに反して他の海域では資源量も少なく、漁場も狭い。特に東部斜面海域ではその事が顕著である。これらの特徴の異なりが、漁獲能率の海域間の異なりを生ぜしめていると考える。

#### 4 等量曲線図による解析

著者はさきに、北東太平洋におけるアラスカメヌケについて、 $M$  が 0.1 から 0.4 の範囲内にあると仮定し、等漁獲量曲線の特徴を検討した (千国, 1971f)。また、土井 (1973) の方法に従って、再生産率を考慮に入れた等漁獲量曲線の特徴について予備的な検討を行なった (千国, 1972b)。

本論文では、北太平洋のアラスカメヌケについて、海域毎に推定されたパラメーターを用いて、漁獲量および産出仔魚数の等量曲線を解析し、有効な持続的生産量を実現する条件を検討した。

##### 4.1 漁獲量と産出仔魚数

加入量を  $R$ 、漁獲係数を  $F$ 、自然死亡係数を  $M$ 、加入年令を  $t_r$ 、漁獲開始年令を  $t_c$ 、漁獲最高年令を  $t_\lambda$ 、体重の生長を  $w(t)$  とすれば、漁獲量 ( $Y$ ) は、

$$Y = F \cdot R \cdot e^{-M(t_c - t_r)} \int_{t_c}^{t_\lambda} e^{-(F+M)(t-t_c)} w(t) dt$$

で求めることができる (土井, 1973)。また、成熟年令を  $t_m$  とすれば、親魚量 ( $A$ ) は、

$$A = \begin{cases} R \cdot e^{-M(t_c - t_r)} \sum_{t=t_m}^{t_\lambda} e^{-(F+M)(t-t_c)} & (t_c \leq t_m) \\ R \sum_{t=t_m}^{t_c-1} e^{-M(t-t_r)} + R \cdot e^{-M(t_c - t_r)} \sum_{t=t_c}^{t_\lambda} e^{-(F+M)(t-t_c)} & (t_c > t_m) \end{cases}$$



によって得られる。1尾の雌の親魚が年々産出する有効仔魚数を  $b(t)$  とし、親魚の性比を 1:1 とすれば、有効産出仔魚の総数 ( $B$ ) は、

$$B = \frac{1}{2} \sum_{t=t_m}^{t_\lambda} A(t) \cdot b(t)$$

で求められる。

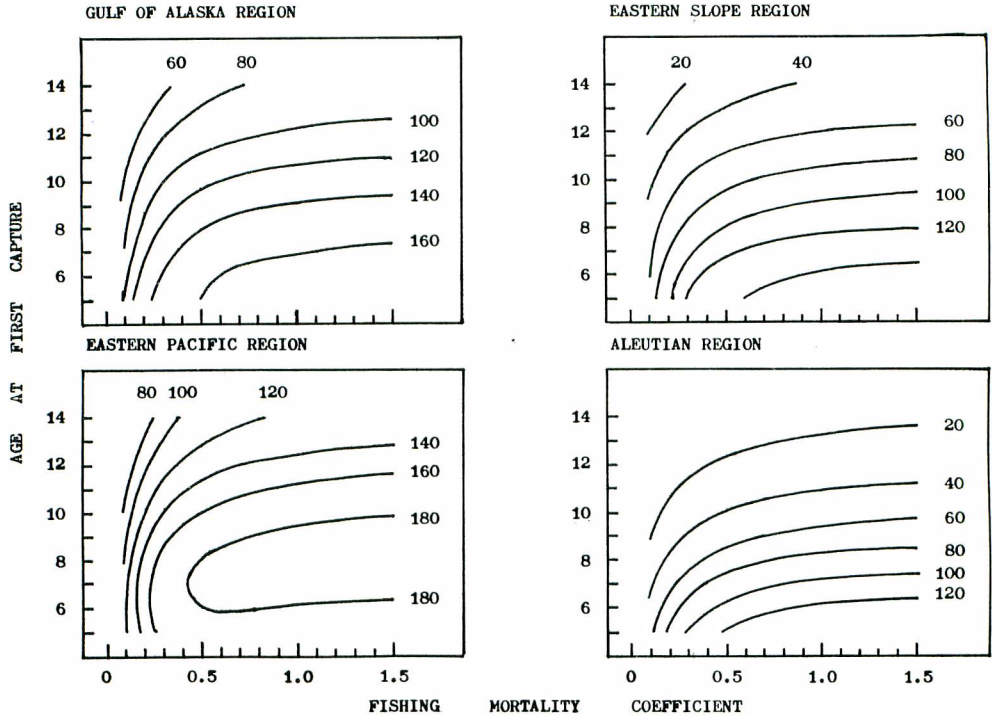


Fig. 66. Isopleth diagrams of the yield ( $Y$ ) against fishing mortality coefficient ( $F$ ) and age at first capture ( $t_c$ ) for the Pacific ocean perch by region in the North Pacific.

ここで、 $t_r$  と  $t_m$  はすでに推定した通り 5 才および 7 才とし、 $w(t)$  には本論文第 2 節「生長」で得られた結果 (Table 11) を、 $b(t)$  には第 3 節「繁殖」で得られた結果 (Table 13) を、それぞれ用いた。 $R$  を 1 とし、 $t_c$  を 5 才から 14 才まで、 $F$  を 0.1 から 1.5 まで、それぞれ変化させた場合の、加入当りの  $Y$  と  $B$  の指数を求めた。海域別に得られた  $Y$  と  $B$  等量線図を、Fig. 66 と 67 に示した。

加入当りの等漁獲量曲線には、東太平洋海域を除いて、ドーム状になった山が出現しない。東太平洋海域でも、ドームの位置は漁獲開始年令の若令の方に偏って存在している。等漁獲量曲線のみを限り、どの海域においても漁獲開始年令を若くし、漁獲係数を増せば漁獲量は増加する。しかし、土井 (1973) が指摘したように、この等漁獲量曲線には持続的生産の概念は入っていない。漁獲開始年令を成熟年令 (7 才) 以下にひき下げ、漁獲係数を大きくすると再生産関係が悪化し、世代を重ねるたびに漁獲対象資源量は減少して、遂には等漁獲量曲線の示す高い漁獲量が実現されないであろう事は明らかである。

北太平洋におけるアラスカメケの再生産関係は現在の所不明である。本章第 5 節の「加入量」の項で論議するように、アラスカメケでは資源量の変化に対応した加入量の変化を、実際に観測できるのは 1978 年頃である。土井 (1973) は、再生産関係が明らかでない場合に、適正漁獲係数を見積る簡便法を検討している。土井は、持続的生産量を親魚資源量に対して描けばドーム型となり、資源変動がシグモイド的であれば最大持続

生産量は親魚資源量が処女資源の1/2に減った所にあるが、実際にはその前後にずれる事、しかし少な目に見積っても1/3以下になる事はまれである事、という考え方に立って、再生産曲線が描かれていなくても、最大持続生産量は親魚の資源が1/2に減った近傍にあり、ずれたとしても1/3より下になる事はないという概算を行なう事が出来る、としている。そして、等漁獲量曲線に親魚資源量の処女資源の1/2および1/3の等量線を重ね合わせて検討し、有効な持続的生産量は親魚資源量の1/2線にそった $F$ と $t_c$ の組合せで達成され、最も有効な持続的生産量は、親魚資源量の1/2線にそって $Y$ が大きく且つ $F$ を増加させても $Y$ の増加がそれほど期待出来ない点の $F$ と $t_c$ の組合せで達成されるとしている。

ここでは、上記の考え方にならってアラスカメヌケの等量曲線図による解析を行なった。本論文の第2章第3節における「繁殖」についての検討の結果、北太平洋のアラスカメヌケは、系統群によって個体のような卵数が異なる事が明らかとなった。再生産関係は系統群によって異なる事が予測される。そのためここでは、親魚資源量の代りに有効産出仔魚数( $B$ )を用いて検討した(Fig. 67)。

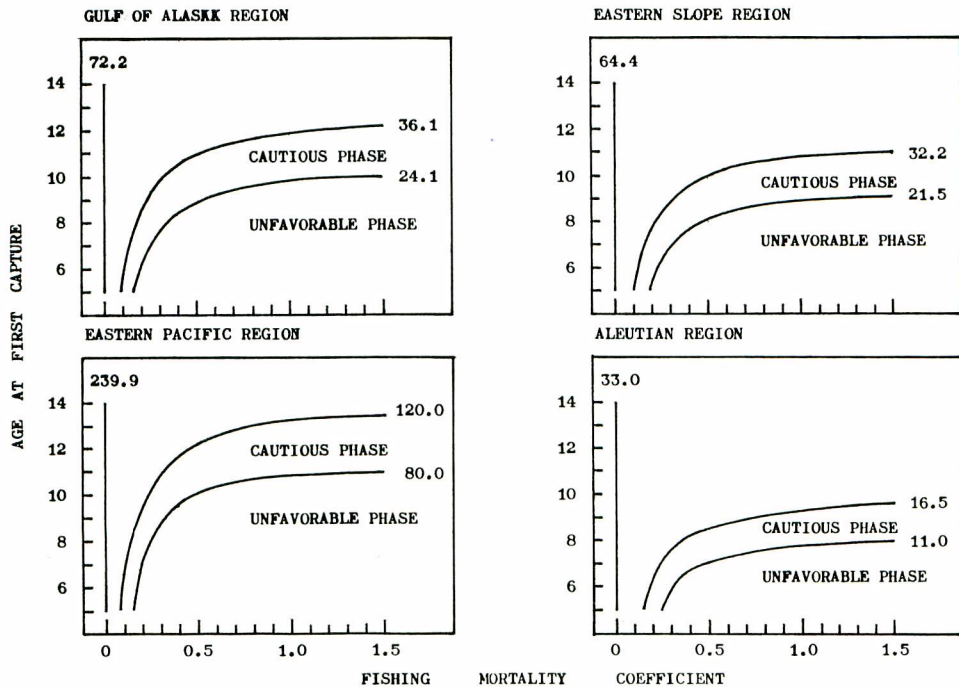


Fig. 67. Isopleth diagrams of the number of eggs spawned ( $B$ ) against fishing mortality coefficient ( $F$ ) and age at first capture ( $t_c$ ) for the Pacific ocean perch by region in the North Pacific. The zone where the number of eggs decrease less than 1/3 of the virginal status of the stock is considered to be the unfavorable phase to sustain the stock condition. The zone between 1/2 and 1/3 of  $B$  to the virginal status of the stock is considered to be the cautious phase.

処女資源の状態における加入当り産出仔魚数は、東太平洋海域が最も多く、次いでアラスカ湾海域、東部斜面海域、アリューシャン海域の順に小さい。この違いは、 $b(t)$ と $M$ が系統群によって異なる事に原因している。 $B$ が処女資源状態の1/2および1/3に当る等量線の位置は海域によって異なる。有効な持続的生産量は、ほぼ $B$ の1/2の等量線にそった $F$ と $t_c$ の組合せで達成されると考えられる。 $B$ の1/2線と1/3線にはさまれた領域は、持続的生産にとって「要注意相」であり、1/3線より下方の領域は「悪い相」と考える。

## 4.2 持続的な等漁獲量曲線と漁業の軌跡

等漁獲量曲線と等産出仔魚曲線とを重ね合わせて描き、その上に現実の漁業の軌跡をあてはめ、持続的生産量と過去の漁業の経過との関係を検討した (Fig. 68, 69)。Fig. 68 と 69 において、「悪い相」は漁獲不可相 (土井 1973) であるから等漁獲量曲線は描いてない。「要注意相」では等漁獲量曲線を点線で示した。

日本以外の国々の漁獲物の年齢組成は不明なため、ここでは日本の漁業の現実の漁獲開始年齢を用いて検討した。漁獲物の年齢組成をみると (Fig. 60, 61), 最も若令の漁獲は 5 才でなされているが、完全に漁獲対象となる年齢はおおむね 9~11 才で比較的高令である。これは、本章の第 5 節で記述するように、アラスカメヌケの現実の加入がある年齢中をもって行なわれる事と、漁具の選択性が働らく事によると考えられる。ここでは、平均的な漁獲開始年齢を概括的に把握するため、トロール網の選択体長を推定する方法 (青山, 1961) を準用して漁獲開始年齢を推定した。すなわち、5 才から漁獲物年齢組成のモードまでの年齢別尾数の累積頻度の曲線を年齢に対して描き、頻度 50% の年齢を求めてその推定値とした。

過去の漁業の漁獲係数は、さきに推定した漁獲能率と有効漁獲強度とから求めた。漁獲開始年齢と漁獲係数について得られた推定値を Table 25 に示した。

アラスカ湾海域においては、漁業を開始して間もない 1963 年から「要注意相」で漁獲し、1965 年には「悪

**Table 25.** Annual change in the age at first capture ( $t_c$ ) for the Japanese fishery and the fishing mortality coefficient ( $F$ ) by region in the North Pacific.

Northeastern Pacific				
Region	Gulf of Alaska region		Eastern Pacific region	
	Age at first capture	Fishing Mortality Coefficient	Age at first capture	Fishing Mortality Coefficient
Year				
1963	8.4	0.21	—	—
1964	8.7	0.42	—	—
1965	8.5	0.65	—	—
1966	8.4	0.33	—	—
1967	8.6	0.26	10.4	0.42
1968	10.0	0.21	11.5	0.38
1969	9.3	0.18	11.1	0.18
1970	8.5	0.09	13.0	0.21
1971	8.9	0.15	11.1	0.12
1972	8.3	0.18	12.1	0.14

Bering Sea				
Region	Eastern Slope region		Aleutian region	
	Age at first capture	Fishing Mortality Coefficient	Age at first capture	Fishing Mortality Coefficient
Year				
1963	9.0	0.63	—	—
1964	8.9	0.67	11.0	—
1965	8.6	0.37	9.5	0.41
1966	8.1	0.32	9.2	0.50
1967	8.9	0.42	10.2	0.64
1968	8.9	0.72	7.0	0.27
1969	6.4	0.53	6.7	0.24
1970	8.4	0.30	7.2	0.19
1971	7.7	0.30	8.0	0.50
1972	7.2	0.14	8.0	0.19



い相」にまで入ってしまっている。その後も 1967 年まで「要注意相」で漁獲を続けた。1968 年以降  $F$  が小さくなって「要注意相」を出たが、近年は  $t_c$  をひき下げてふたたび「要注意相」で漁獲を始めている。最も有効な持続的生産量は、産出仔魚数の処女資源状態の 1/2 の等量線にそって、 $Y$  が大きく且つ  $F$  をそれ以上増加させても  $Y$  の増加がそれほど期待出来ない  $t_c$  と  $F$  との組合せ、すなわち、 $t_c$  を 10~11 才までひき上げ、 $F$  を 0.3~0.5 とする事で達成される。

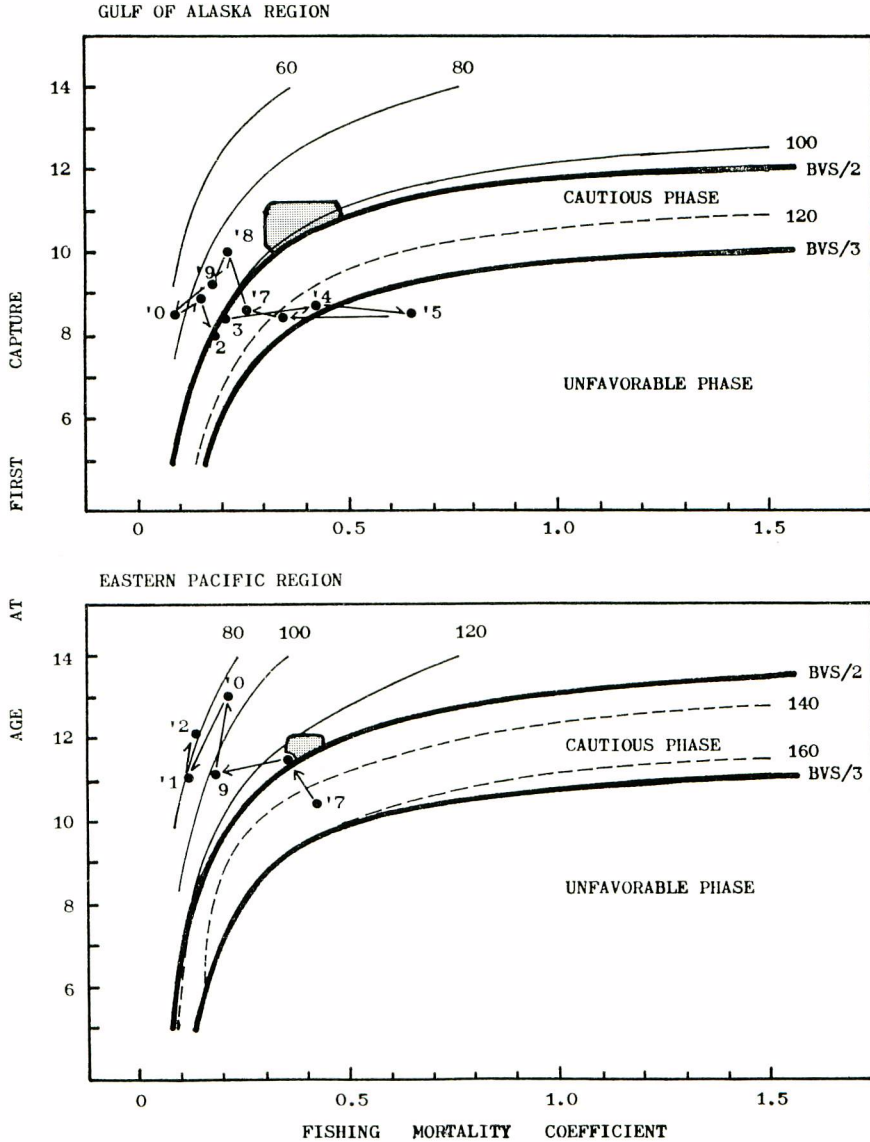


Fig. 68. Isopleth diagrams of yield ( $Y$ ), number of eggs spawned ( $B$ ), and the locus of actual fishery for the Pacific ocean perch in the Northeastern Pacific. Thick solid lines indicate the level of  $B$  against  $B$  at the virgin status of the stock (BVS). Thin solid lines indicate the yield. The most effective sustainable yield is considered to be achieved at the shadowed zone in the figure.

東太平洋海域においては、1967年に「要注意相」での漁獲が行なわれた。日本の漁業がこの海域で漁獲を開始する以前の1965年から1966年にかけて、ソ連の漁業はこの海域で多量の漁獲をあげており、それらは「要注意相」または「悪い相」での漁獲であったと考えられる。近年の漁獲は特に問題はない。資源が1965年から1968年にかけての多量の漁獲の影響から回復した後、最も有効な持続的生産量は、アラスカ湾海域について記述したと同じ考え方で、近年の $t_c$  (11~12才)で $F$ を0.4まで増加させる事で達成される。

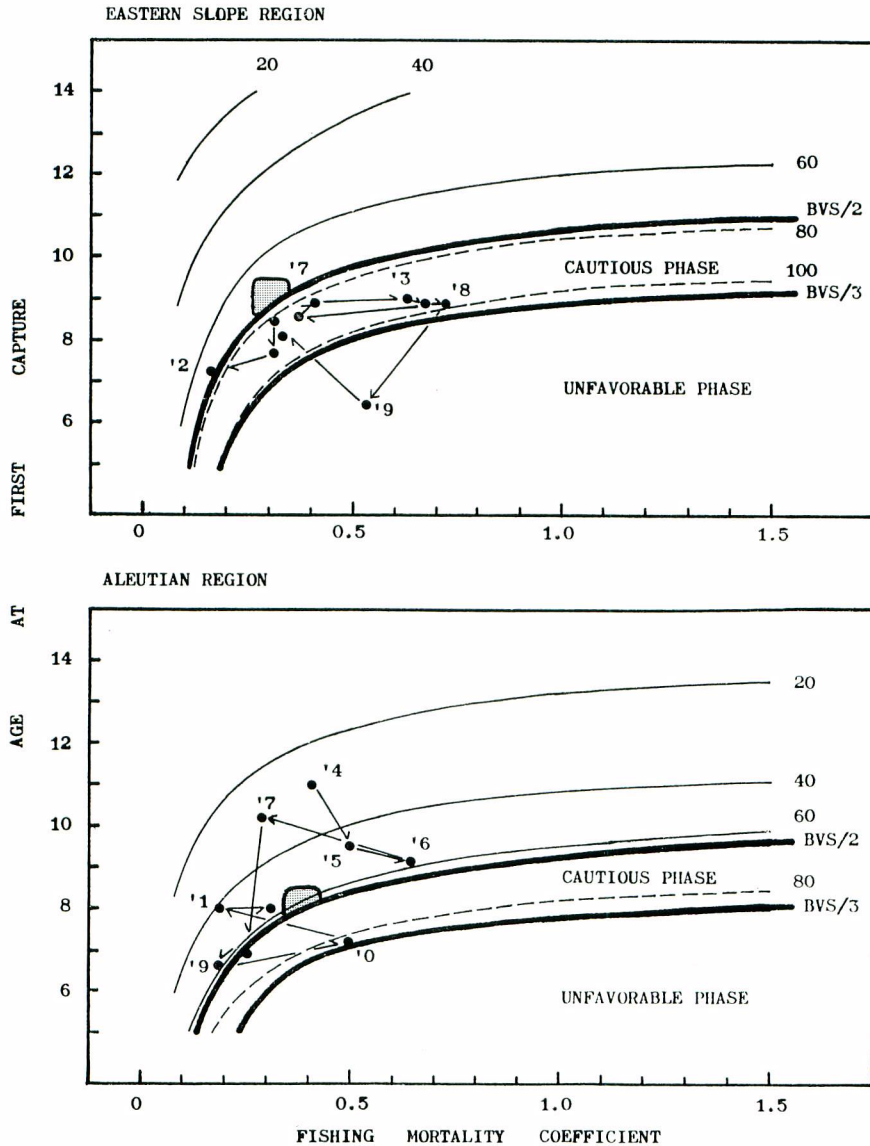


Fig. 69. Isopleth diagrams of yield ( $Y$ ), number of eggs spawned ( $B$ ), and the locus of actual fishery for the Pacific ocean perch in the Bering Sea. Thick solid lines indicate the level of  $B$  against  $B$  at the virginal status of the stock (BVS). Thin solid lines indicate the yield. The most effective sustainable yield is considered to be achieved at the shadowed zone in the figure.

ベーリング海東部斜面海域においては、漁業が始って以来、「要注意相」での漁獲が続いて来た。特に 1968 年には「悪い相」にほとんど達し、1969 年には「悪い相」に入った漁獲を行なった。近年は  $t_c$  を若令化して来ており、資源の持続にとって非常に危険である。この海域における最も有効な持続的生産量は、アラスカ湾海域における同じ考え方で、 $t_c$  を 9 才までひき上げ、 $F$  を 0.3 とする事で達成される。

アリューシャン海域においては、等量線図でみる限りでは、1967 年に至るまでさして問題はなかった。1968 年以降は  $t_c$  が大巾に若令化し、1968 年と 1970 年に「要注意相」に入った漁獲を行なった。しかも 1970 年の漁獲は「悪い相」にほとんど達している。この海域における最も有効な持続的生産量は、他の海域におけるそれと同じ考え方で、 $t_c$  を 8 才までひき上げ、 $F$  を 0.4 程度とする事で達成される。

## 5 漁獲対象資源量および加入量の経年変化

著者はさきに、田中 (1960) の示した計算方法に従って、北東太平洋のアラスカメヌケについて RUSSELL の方程式の各要素を計算し、資源量とその変動の指数による解析を行なった (千国, 1971g)。本論文においては、北太平洋の海域別に得られた漁獲物年令組成と資源変動のパラメーターとから、資源量とその変動を実数値によって解析した。外国の漁業の漁獲物年令組成が不明なため、ここでは、外国の漁業も日本と同じ年令組成で漁獲したという仮定を置いて解析を行なった。

ある年令 ( $t$ ) の魚のある年 ( $i$ ) における漁獲尾数 ( $C$ ) は、自然死亡係数 ( $M$ ) が  $t$  にも  $i$  にも関係なく一定とし、漁獲係数 ( $F$ ) が  $i$  によってのみ変化するとすれば、資源尾数 ( $N$ ) に対して、

$$C_{ti} = \frac{F_i}{F_i + M} N_{ti} (1 - e^{-(F_i + M)}) \quad (1)$$

の関係にあるから (BEVERTON, 1954)、年令別漁獲尾数と開発率 (Rate of exploitation) とから、漁期始めの漁獲対象資源量 (Exploitable stock size) を推定する事ができる。すなわち  $t$  才の魚の  $i$  年の漁期始めにおける資源尾数は、

$$N_{ti} = \frac{F_i + M}{F_i (1 - e^{-(F_i + M)})} C_{ti} \quad (2)$$

であり、加入年令 ( $t_r$ ) から漁獲最高年令 ( $t_\lambda$ ) までの総資源尾数は、

$$N_i = \sum_{t=t_r}^{t_\lambda} N_{ti} \quad (3)$$

によって求められる。また、体重の生長を  $w(t)$  とすれば、資源重量 ( $P$ ) は、

$$P_i = \sum_{t=t_r}^{t_\lambda} N_t \cdot w(t) \quad (4)$$

から得られる。

$t$  才魚の  $i$  年の漁期始めにおける資源尾数  $N_{ti}$  は、 $i$  年の漁期末には漁獲と自然死亡によって減少し、

$$N_{ti}' = N_{ti} e^{-(F_i + M)} \quad (5)$$

となる。これは、 $i+1$  年の漁期始めにおける  $t+1$  才魚の前年からの生残り尾数である。 $t+1$  才魚の  $i+1$  年における漁獲尾数 ( $C_{t+1, i+1}$ ) から (2) 式によって計算された  $t+1$  才魚の  $i+1$  年の漁期始めにおける資源尾数 ( $N_{t+1, i+1}$ ) は、 $t+1$  才魚の  $i+1$  年における加入量 ( $R$ ) を含んでいるから、当年推定の資源尾数と前年推定の漁期末生残資源尾数との差から、現実の加入量を推定する事ができる。すなわち、 $t+1$  才魚の  $i+1$  年における現実の加入量は、

$$R_{t+1, i+1} = N_{t+1, i+1} - N_{ti}' \quad (6)$$

となる。加入開始年令 ( $t_r$ ) における加入量は、当年推定の資源尾数に等しく、

$$R_{t_r, i+1} = N_{t_r, i+1} \quad (7)$$

である。現実に入加が終了する年令を  $t_e$  とすれば、 $i+1$  年における加入重量 ( $Q$ ) は、

$$Q_{i+1} = \sum_{t=t_r}^{t_e} R_{t, i+1} \cdot w(t) \quad (8)$$



となり、 $i+1$  年において加入開始年令 ( $t_r$ ) 時に換算した加入量の総尾数 ( $R'$ ) は、

$$R'_{i+1} = \sum_{t=t_r}^{t_c} R_{t,i+1} \frac{1}{e^{-M(t-t_r)}} \quad (9)$$

によって推定できる。

加入開始年令 ( $t_r$ ) に換算した加入量を実数値で推定できれば、本章の前節で検討した等漁獲量曲線における最も有効な持続的生産量を実数値で求めることができる。

### 5.1 漁獲対象資源量の経年変化

漁期始めの状態のみた資源尾数 ( $N$ ) と資源重量 ( $P$ ) の、海域別の経年変化を Fig. 70 に示した。  $N$  も  $P$  もアラスカ湾海域が最も大きく、次いでアリューシャン海域、東太平洋海域、東部斜面海域の順に小さい。アラスカ湾海域の資源量は、他の海域の資源量と大きな格差があって、この海域の資源量が大きい事をよく示している。

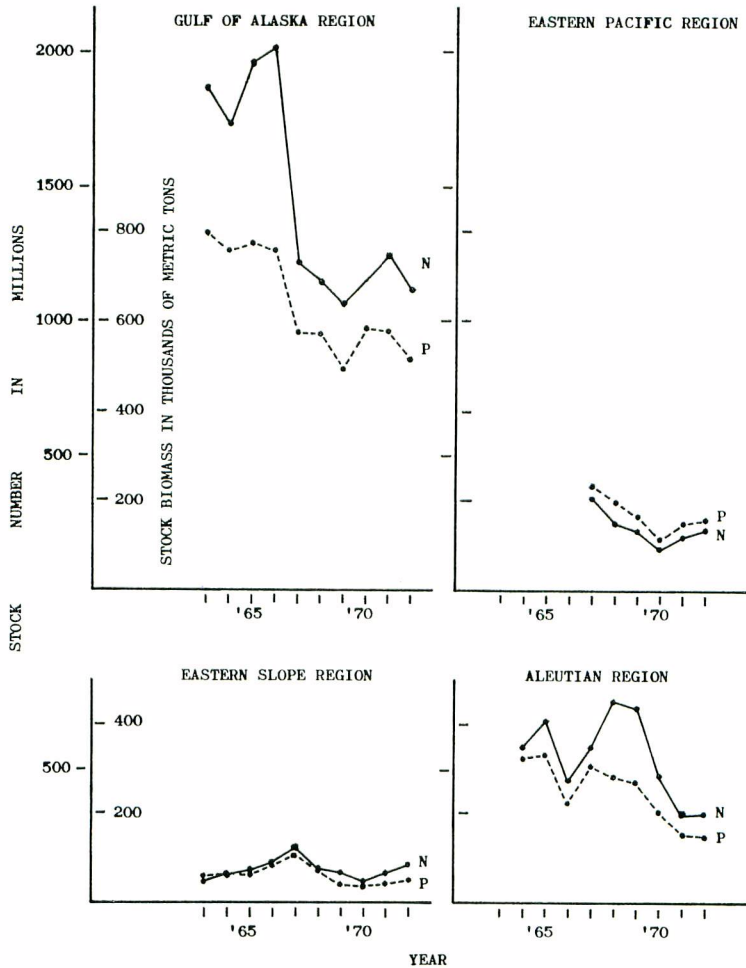


Fig. 70. Annual change in stock number ( $N$ ) and stock biomass ( $P$ ) at the beginning of the year for the Pacific ocean perch in the North Pacific.

アラスカ湾海域における資源量は、1967年にそれまでの水準から急激に低下している。これは、1964年から1966年の間になされた強い漁獲の結果であると考えられる。1967年以降においても、資源量はゆるやかながら漸減の傾向を示している。近年における資源尾数は、開発当初のそのほぼ1/2の水準になっている。

東太平洋海域における資源量は、1967年から1970年にかけて継続的に低下している。1970年以降はほぼ同水準にあるが、近年の資源尾数は1967年のその約1/2に低下している。1965年から1968年に至る間の多量の漁獲がこの結果をもたらしたと考える。

ベーリング海の東部斜面海域における資源量は、1963年から1967年にかけて漸増している。これは、漁業が開発を進めるに伴って漁場を拡大し、新しい群を漁獲対象として来た事に起因している。1968年から1970年にかけて資源量は低下している。資源尾数は1971年以降回復のきざしを見せているが、資源重量は増加していない。これは資源の年齢組成が若令化しているからである。近年の資源量は、1967年のそのほぼ1/2の水準にある。

アリューシャン海域における資源尾数は、1963年から1967年までの間ほぼ同水準にあったが、1968年と1969年にはそれより増加した。これは、卓越した1961年級と1962年級とがこの両年に6~8才魚として資源に加入して来たからである。漁業はこの若令の卓越年級群への漁獲を強くしたため、1970年以降資源尾数は急激に低下した。資源重量の経年変化の上には、若令で軽量の卓越年級群の加入の影響は現われず、資源重量は1967年以降継続的に低下して来ている。近年における資源量は、1964~65年頃のそのほぼ1/2程度の水準となっている。

ここで海域別にみた資源量の経年変化の傾向は、すでに本章の第1節でみた資源密度指数の海域別の経年変化の傾向に符合している。

## 5.2 加入重量と加入尾数の経年変化

### 5.2.1 加入のパターンと加入重量

アラスカメヌケの現実の加入は、加入年齢( $t_r$ )で一挙に行なわれるのではなく、ある年齢中に分散し、数年にわたって行なわれる。その加入のパターンは、海域と年次によって異なり、非常に複雑である。海域別、年次別に推定した年齢別加入重量をFig. 71と72に示した。加入重量を総体としてみると、アラスカ湾海域が最も大きく、次いでアリューシャン海域、東太平洋海域の順で、東部斜面海域が最も小さい。

アラスカ湾海域における加入は、漁業が漁場をアラスカ湾海域の東部に拡大した1968年を除いて、6才からほぼ14才の間に行なわれている。1967年と1971年の加入重量が極度に少ないのは、用いた資料のばらつきによると考えられる。加入重量は1969年以降減少した。加入重量の年次を通した平均は約158,000トンで、近年4カ年の平均は約67,000トンである。

東太平洋海域における加入は高令で行なわれ、10才からほぼ14才の間になされている。1968年と1970年の加入重量が異常に少ないのは、用いた資料のばらつきによる所が大きいと考えられる。日本の漁業の資料から得られた1968年から1972年の間に関する限り、加入重量に特に有意な変化は認められない。加入重量の年次を通した平均は、約34,000トンである。

ベーリング海東部斜面海域における加入は、1964年から1967年の間、ほぼ9才から15才の間で行なわれた。1969年から、加入年齢は急激に若令化すると共に、加入重量も低下した。加入重量の年次を通した平均は約31,000トン、近年5カ年の平均は約18,000トンである。

アリューシャン海域における加入は、他の海域に比べて若令のうちに行なわれる。1965年から1968年の間、1967年を例外として、加入はほぼ6~14才の年齢範囲で行なわれている。1968年以降6~8才の若令魚の加入が著しくなると共に、加入重量は大巾に減少した。加入重量の年次を通した平均は約103,000トンで、近年4カ年の平均は約52,000トンである。この海域における資源量や年齢組成の変化と漁獲の実績を合せ考えると、上記の加入重量はやや過大に推定されたきらいがある。

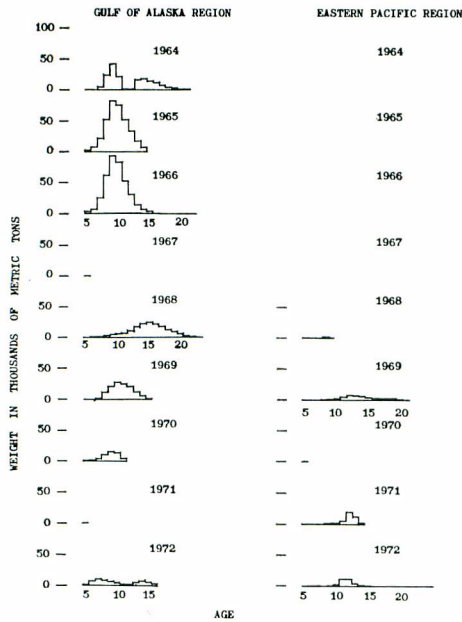


Fig. 71. Annual change in weight of recruitment by age for the Pacific ocean perch by region in the Northeastern Pacific.

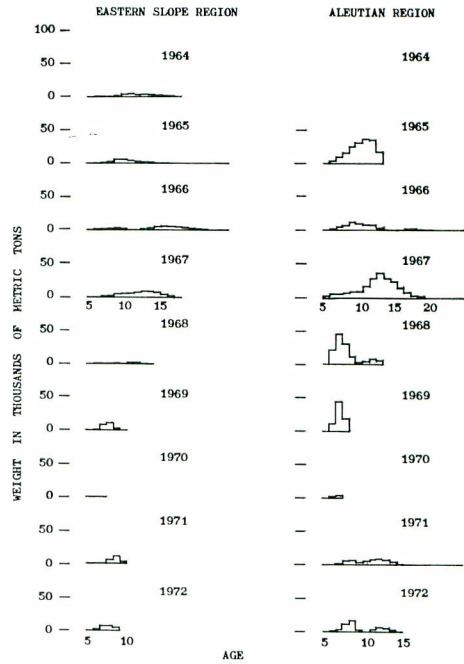


Fig. 72. Annual change in weight of recruitment by age for the Pacific ocean perch by region in the Bering Sea.

5.2.2 加入尾数と期待される持続的生産量

アラスカメヌケの加入年令 ( $t_r$ ) である5才の時点に換算した加入尾数 ( $R'$ ) の、海域別の経年変化を Fig. 73 に示した。 $R'$  には、資料のばらつきから来る変動が大きく現われているが、資源の変動に伴った特徴が明らかに現われており、 $R'$  の平均値から持続的生産量を求める事には充分妥当性があると考えられる。

アラスカ湾海域における加入尾数 ( $R'$ ) は、1964年から1966年にかけて増加し、1968年までの間高い水準にあったが、1969年から1970年にかけて急激に低下し、それ以後低い水準のままとなっている。加入尾数の年次を通した平均は  $1,441 \times 10^6$  尾であり、近年4カ年の平均は  $529 \times 10^6$  尾である。この加入尾数から、本章の前節で検討した等漁獲量曲線上の有効な持続的生産量を実数値で求めると、約 150,000 トンおよび約 55,000 トンである。

東太平洋海域における加入尾数 ( $R'$ ) は、1968年以降大きく振動しながら漸減の傾向を示している。加入尾数の平均は  $252 \times 10^6$  尾であり、この加入尾数から期待される有効な持続的生産量は約 33,000 トンである。

ベーリング海の東部斜面海域における加入尾数 ( $R'$ ) は、1964年から1967年にかけて増加したが、その高い水準から1968年に急に低下した。それ以後は低い水準となったままである。加入尾数の年次を通した平均は  $472 \times 10^6$  尾であり、近年5カ年の平均は  $150 \times 10^6$  尾である。この加入尾数から期待される有効な持続的生産量は、約 32,000 トンおよび約 11,000 トンである。

アリューシャン海域における加入尾数 ( $R'$ ) は年変動が大きく、経年的な変化の傾向は明りょうではない。1967年以前における  $R'$  は近年における水準よりは高かったものと考えられるが、ここで得られた数値は資料の不足からやや過大に推定されたという疑いがあるため、検討から除外した。1968年以降についての加入尾数の平均は  $1,481 \times 10^6$  尾であり、この加入尾数から期待される有効な持続的生産量は約 75,000 トンである。



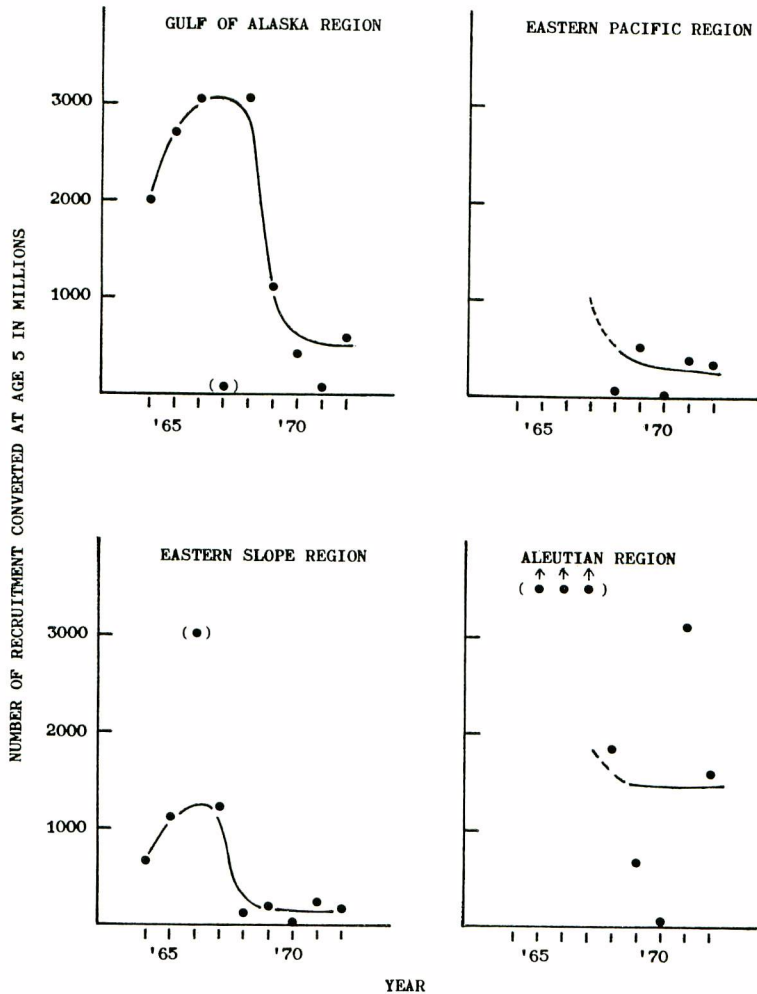


Fig. 73. Annual change in the number of recruitment converted at age 5 which is the age at recruitment ( $t_r$ ) for the Pacific ocean perch by region in the North Pacific.

上記のように推定された有効な持続的生産量と漁獲の実績とを対比してみると、すべての海域において持続的生産量を上回る漁獲をした事が明らかである (Fig. 74)。特に、1964年から1965年にかけてのアラスカ湾海域、1966年から1967年にかけての東太平洋海域、1968年のベーリング海東部斜面海域などにおいては、持続的生産量の倍量もしくはそれ以上の漁獲をあげている。アリューシャン海域においても1964年から1966年の間、持続的生産量を相当に上回った漁獲を行なった。また、1969年以降のアラスカ湾海域においては、加入量の水準が低下した近年においても、なおその加入量に見合った持続的生産量を越えた漁獲を続けている。

ここで検討した結果明らかとなった加入尾数の近年における減少は、親魚の量が減少し再生産が悪化した事を直接的には示していない。アラスカメヌケの加入は、6~13才あるいは9~15才というように高令で広い年令にわたって行なわれるから、本論文で推定した資源量に対応した加入量の観測値は、まだほとんど得られていない。本論文で明らかとなった資源量の変化が、それに対応した加入量の変化として明らかに観察され得

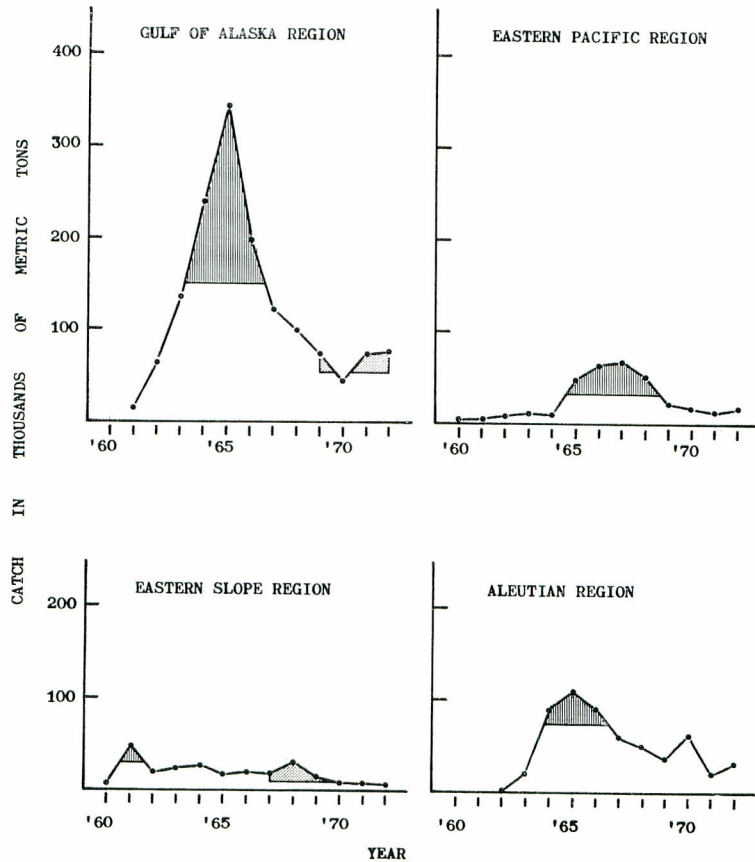


Fig. 74. Comparison of the actual catch to the sustainable yield which can be expected from the recruitment for the Pacific ocean perch by region in the North Pacific. Shaded zones in the figure indicate the catch exceeded the sustainable yield, which are considered to be the over-exploitation.

るのは、アラスカ湾海域系統群では 1976 年頃、他の 3 系統群では 1978~79 年頃となる。ここで得られた加入尾数の減少は、多量の漁獲によって漁獲対象資源量が急激に減少したために生じたものと考えられる。

## V 考 察

本論文の前段の各節においては、北太平洋のアラスカメヌケの生物学的研究を行ない、生態学的な特徴のいくつかを明らかにした。後段各節においては、得られた知見にもとづいて資源の変動について解析した。ここでは、本論文で得られた知見を総合し、北太平洋におけるアラスカメヌケ資源の管理方策とアラスカメヌケ漁業の将来について考察する。

北太平洋のアラスカメヌケには 4 つの系統群があるが、漁業はそのいずれの系統群に対しても、平均的加入重量および平均的加入尾数から期待される持続的生産量を越えた漁獲を行なった。それらの漁獲は、明らかに獲り過ぎ (Over Exploitation) であったと考える。そのため、資源量はいずれの系統群においても急激に低下し、近年における資源量は高い水準の頃の 1/2 程度になった。更にこのことが原因として、漁獲対象資源 (Exploitable stock) への加入量は急激に減少している。同時に、資源の年令組成は、東太平洋海域系統群を除いて、若令化している。また、資源密度指数は、アラスカ湾海域とアリューシャン海域では近年に至って

も低下する傾向を示し続けている。

このように、最近の資源の状態はいずれの系統群においても良くない状態にある。にもかかわらず、アラスカ湾海域では近年においても、その加入量の水準から期待される持続的生産量を越える漁獲がなされており、ベーリング海東部斜面海域においては、近年でも持続的生産量ぎりぎりの漁獲が行なわれている。資源の状態を回復させ、持続的生産量を増大させるためには、このような漁獲は縮小または制限する必要がある。アリューシャン海域および東太平洋海域においても、漁獲量は最近の水準を越えないよう制限する必要がある。

また、漁業は資源の状態の悪化に原因する不漁を補うため、東太平洋海域を除いて、漁獲開始年令をひき下げ若令魚に対する漁獲を強化して来た。このことは東部斜面海域とアリューシャン海域において著しい。アラスカメヌケは性成熟する年令が高令（7才）であるから、若令魚を多く漁獲する事は再生産にとって非常に危険である。東太平洋海域を除き、漁獲開始年令を1～2才ひき上げる必要がある。

このような措置をとったのち、年々の資源密度指数、資源量および加入量の変化を観測して、資源の状態を検討すべきである。資源の状態が悪化を続ける場合には、更に漁獲量を減少させる。資源の状態が回復に向う徴候をみせた場合にも、急には漁獲量を増加させないで、その動向を見極める必要がある。同時に、再生産関係の調査研究を行えば、将来に向って更に適切な資源管理の方策をたてる事が出来ると考える。

漁獲開始年令をひき上げるために、現在直ちにトロール網の網目を大きくする措置が必要とは考えられない。日本の漁業のトロール網のコードエンドの網目は、漁業の開始当時から現在までで90 mmで変化していない。従って日本の漁業に関する限り、近年における漁獲開始年令の若令化は網目の大きさの問題と無関係である。漁業者の通報によれば、アラスカメヌケの漁場の中でも、陸だな縁辺部やそれに隣接した陸だな斜面の浅い部分におけるほど、若令で小型のアラスカメヌケが多く漁獲される。また、それらの漁場において魚群探知機で発見した魚群のうち、小さな群は若令・小型魚である場合が多い。漁業者達は近年における不漁を補うために、漁場をより浅い水域に拡大すると共に、小さな魚群に対する漁獲を強化している。したがって、このような漁獲を避ければ漁獲開始年令をひき上げる事は可能であると考えられる。しかし、漁業者達がそのような選択的な漁獲を徹底して行ない得ない場合には、水深による漁場の規制や網目を拡大させる措置をも検討する必要がある。

資源の状態を回復させ、好ましい漁獲を行なうようになった時に期待され得る最も有効な持続的生産量は、アラスカ湾海域においては150,000トン、東太平洋海域においては33,000トン、ベーリング海の東部斜面海域においては32,000トン、アリューシャン海域においては75,000トンである。北太平洋全域で約300,000トンの漁獲量を持続的にあげる事が期待される。その量は近年における漁獲量の2倍から2.5倍に相当する。

本論文の冒頭、緒言で述べた「北太平洋のアラスカメヌケ資源の特異な開発の歴史」は、獲り過ぎの歴史であった。しかも、わずか数年の獲り過ぎが、現実の漁獲量を期待される最も有効な持続的生産量の1/2以下の水準にしてしまった事が明らかとなった。アラスカメヌケのように性成熟の年令と現実の加入年令が高い資源では、漁獲の影響も資源管理の効果も、共に長い年次を経なければ再生産関係を含めての判定が困難であるから、漁獲には特に慎重な態度が必要と考える。

また、本論文冒頭の緒言においても述べたように、北太平洋のアラスカメヌケ資源を利用している4カ国がひとつの卓につかず、ばらばらに漁業の管理を策している事は、資源を適切に管理して行く上の大きな問題である。日本、アメリカ合衆国、およびカナダは、北太平洋漁業国際委員会（INPFC）を構成して、北太平洋における重要魚類の資源の保存と有効利用を目的とした活動を行なっている。しかし、アラスカメヌケ資源に関しては、ソ連の大きな漁獲努力量を考慮せずには、資源の保存と有効な利用は期し難い。日本、ソ連、アメリカ合衆国、およびカナダの4カ国が共同して資源の管理に当り、相互に漁業と生物学的な情報を交換し、科学的な討議にもとづいた漁業管理の方策を講ずるべきである。

有効に利用すれば年々300,000トンにおよぶ生産量をあげる事の出来る北太平洋のアラスカメヌケ資源は、人類にとって貴重な資源である。資源の管理方策が実行され、アラスカメヌケ資源が有効に利用される事を希望して止まない。



## 要 約

北太平洋におけるアラスカメヌケ資源の開発は、北米沿岸の小規模なトロール漁業によって、1946年から開始された。1960年代に入って、ソ連および日本の遠洋トロール漁業が大規模な操業を始めてから、年々20万トンから50万トンにおよぶ漁獲があげられて来た。近年に至って漁獲量は低下し、資源の状態は悪くなったと予測された。しかし、アラスカメヌケの資源管理についての科学的な基盤は、漁業および研究の歴史が短いため、まだ十分に整えられていなかった。

本論文は、北太平洋におけるアラスカメヌケ資源の有効な利用を計るため、その漁業生物学的研究を行ない、得られた知見にもとづいて資源の変動を解析すると共に、資源の管理方策とこの漁業の将来について考察した。

- 1) アラスカメヌケ (*Sebastes alutus*) はフサカサゴ科 (Scorpaenidae) メバル属に属し、アメリカ合衆国のカリフォルニア沖からアラスカ湾、ベーリング海とアリューシャン列島沿岸を経て千島列島周辺におよぶ広い海域に分布している。
- 2) 生態的特徴を異にする4つの系統群が存在し、別々に再生産を行なっていると推定した。
  - (1) アラスカ湾海域系統群：アラスカ湾に生息し、他の系統群の個体が混入する事は少ない。
  - (2) 東太平洋海域系統群：ブリティッシュ・コロンビア沖からカリフォルニア沖にかけて生息し、他の系統群から比較的独立している。
  - (3) アリューシャン海域系統群：アリューシャン列島沖合に生息し、仔魚時代にアラスカ湾海域系統群から個体の混入を受ける。
  - (4) 東部斜面海域系統群：ベーリング海の東部陸だな斜面からカムチャッカ半島沖を経て千島列島沖にかけて生息し、仔魚時代にアラスカ湾海域系統群とアリューシャン海域系統群の両方からの個体の混入を受ける。カムチャッカ半島沖から千島列島沖にかけての生息量は非常に少ない。
- 3) 鱗は楕円形で、鱗の表面には生長線の密帯で形成された年輪があり、生長を解析するための年令形質として適切である。鱗長と体長のアロメトリーも安定している。
- 4) アラスカメヌケの鱗の年輪半径にはLEE現象が認められる。この現象の成因は漁獲選択性にあり、漁獲対象資源の中で生長の良い個体の数が相対的に減少している事と、解析に用いた標本魚を採集する際、若令魚ほど生長の良い個体が漁獲される事とが現われたものと考えられる。
- 5) アラスカメヌケは長い寿命をもった生長量の少ない魚類である。寿命はいずれの系統群においても25才と推定した。生長量の性による差は大きくない。

生長量は東太平洋海域系統群が最も大きく、次いでベーリング海の2系統群、アラスカ湾海域系統群の順に小さい。生長量の系統群による差異は、主として餌生物の条件が海域によって異なる事と、生息水域の水温の差が影響していると考えられる。

- 6) 個体の生長様式は若令期と高令期で異なり、3~5才の時期に生長のパターンを変換している。

性混合でみた年令と体長の関係は、アラスカ湾海域系統群では4.6才を境として、

$$l_1 = 28.98(1 - e^{-0.3408(t-0.1098)}) \quad t \leq 4.6$$

$$l_2 = 41.13(1 - e^{-0.1043(t+3.0046)}) \quad t > 4.6$$

( $l_1, l_2$ : 尾叉長 cm)

ベーリング海の2系統群では3.0才を境として、

$$l_1 = 27.80(1 - e^{-0.3061(t+0.0529)}) \quad t \leq 3.0$$

$$l_2 = 45.84(1 - e^{-0.1055(t+1.3085)}) \quad t > 3.0$$

と推定した。

- 7) アラスカメヌケは、仔魚時代には海の表層もしくは表層に近い中層で生活し、未成魚期には中層で遊泳生活を続け、3~5才に生育した後、陸だな斜面に着底して生活する。この遊泳生活様式から底生生活様式への変換に伴って、生長のパターンが変化すると考える。底生生活に移行したのちの生息場は、主として水

深 200~300 m の陸だな斜面で、大きな移動や回遊をしない。

この生活様式の変換と生長パターンの変化とは、北太平洋産 *Sebastes* 属の魚種に広くそなわった特徴と考えられる。

- 8) 生長量の個体変異は大きく、5~7 才までの若令期に大きな差が生じる。年令別体長組成はほぼ正規分布をなし、その標準偏差と年令との間には正比例の関係がある。
  - 9) 年令と体重の関係は系統群によって異なり、東太平洋海域系統群が最も重い体重を持ち、次いでベーリング海海域の2系統群、アラスカ湾海域系統群の順に軽い。この差異は、餌生物環境と生息水域の水温が海域によって異なる事によると考える。
  - 10) 各系統群とも5才から性成熟を始め、9才ですべての個体が性的に成熟する。50%の個体が性成熟する成熟年令は7才である。
  - 11) アラスカメスケは卵胎生で、10~2月に交尾し、12~3月に授精した卵が2~3カ月に卵発生を終了し、3~6月に産出される。産出と同時にふ化し、仔魚は直ちに自らの力で姿勢を保つことができるが、遊泳力を持つまでにはかなりの日数が必要と考える。
  - 12) 個体のような卵数と年令の関係は、系統群によって大きく異なる。東太平洋海域系統群が最も多く(15才で124,000粒、20才で205,000粒)、次いでベーリング海海域の2系統群(15才で75,000粒、20才で122,000粒)、アラスカ湾海域系統群(15才で33,000粒、20才で48,000粒)が最も少ない。
  - 13) 摂餌活動は季節的にはっきりした差がある。夏期には摂餌活動が盛んで、冬期にはほとんど摂餌しない。餌生物はオキアミ類を主とする甲殻類が非常に多い。魚類ではハダカイワシ類、スケトウダラ、キウリウオなどを捕食している。
- アラスカ湾海域ではオキアミ類が圧倒的に多く餌生物の組成が単純であるが、ベーリング海海域では他の甲殻類や魚類の出現率が多く餌生物は多様である。この海域による餌生物の条件の違いが、系統群の生長に差をもたらす大きな原因と考える。
- 14) 資源の豊度を資源密度指数の経年変化でみると、いずれの海域においても1967~69年にかけて資源の豊度は低下した。東太平洋海域と東部斜面海域とでは近年低下傾向が停止したが、アラスカ湾海域とアリューシャン海域では資源の豊度はまだ低下を続けている。
  - 15) 体長組成から年令組成を推定するため、Age-Length Key を用い、電子計算機によってイテレーションを行なった。
  - 16) 漁獲物の年令組成は、東太平洋海域を除き、いずれの海域においても近年若令化している。これは、漁獲対象資源中の高令魚の数が減少した事と、漁業が若令魚により強く依存した漁獲を始めた事に原因している。東部斜面海域とアリューシャン海域では1961年級と1962年級の卓越年級群が認められる。
  - 17) 自然死亡係数と漁獲能率の推定値は、下記の通り海域によって異なる。

アラスカ湾海域	$Z=0.193+0.0115f$
東太平洋海域	$Z=0.227+0.0362f$
東部斜面海域	$Z=0.271+0.1095f$
アリューシャン海域	$Z=0.424+0.0436f$

( $f$ :有効漁獲強度, 1000時間)

海域間の異なりは、天敵や生息可能圏の広さ、漁場の広さなどの違いに原因がある。

- 18) 等漁獲量曲線に産出仔魚数の処女資源状態の1/2の曲線をあてはめ、資源の持続にとって危険な状態への境界とし、過去の漁業の軌跡を検討すると、いずれの海域においても危険な領域で漁業を行っていた事になる。好ましい漁獲を行ない、有効な持続的生産量をあげるためには、東太平洋海域を除き、漁獲開始年令を1~2才ひき上げる必要がある。
- 19) 漁獲物年令組成と開発率(Rate of Exploitation)から、漁獲対象量を推定すると、アラスカ湾海域系統群が最も大きな資源量を持ち、他の系統群との格差が大きい。資源量は、次いで、アリューシャン海域系統群、東太平洋海域系統群の順に小さく、ベーリング海東部斜面海域系統群が最も小さい。

いずれの系統群においても、近年の資源量は日本の漁業が操業を開始した当時の1/2程度の水準に低下している。

- 20) 加入は高令で広い年令幅(6~15才)にわたって行なわれる。過去の漁業は、いずれの海域においても平均的加入重量および平均的加入尾数から期待される持続的生産量を越えた漁獲を行なった。

上記の知見にもとづいて資源の現状とその管理方策および漁業の将来について考察すれば、いずれの海域においても資源は現在よくない状態にあるから、資源を回復させるための管理措置を早急に実行に移す必要がある。すなわち、アラスカ湾海域では漁獲量を減少させる事、他の海域では漁獲量を最近の水準以上に増加させない事、東太平洋海域を除くすべての海域で漁獲開始年令を1~2才ひき上げる事、が必要である。そのうち、資源の動向を年々注意深く見守る必要がある。

この管理措置によって資源が回復した後に期待される年々の有効な持続的生産量は、アラスカ湾海域150,000トン、東太平洋海域 33,000 トン、東部斜面海域 32,000 トン、アリューシャン海域 75,000 トンであり、北太平洋全域で約 300,000 トンの漁獲をあげられる事が明らかとなった。

北太平洋のアラスカメヌケ漁業を行なっている日本、ソ連、アメリカ合衆国、およびカナダの4カ国は、現在その資源利用に関して国際的に連合した機構を持っていない。資源を有効に利用するためには、国際的に統一した資源管理を行なう必要があると考える。

#### 引 用 文 献

- 1) AHLSTROM, E. H. 1959: Vertical distribution of pelagic fish eggs and larvae off California and Baja California, *U. S. Fish. Wildl. Serv. Fish. Bull.*, (161), 107-146.
- 2) AHLSTROM, E. H. 1961: Distribution and relative abundance of rockfish (*Sebastes* spp.) larvae off California and Baja California, *Cons. Internat. Explor. de la Mer Rapp. Proc.-Verb.*, **150**, 169-176.
- 3) ALVERSON, D. L. and S. J. WESTRHEIM 1961: A review of the taxonomy and biology of the Pacific ocean perch and its fishery, *Cons. Internat. Explor. de la Mer Rapp. Proc.-Verb.*, **150**, 12-27.
- 4) 青山恒雄 1961: 底びき網の選択作用とその以西底びき網漁業資源管理への応用, 西水研報, (23), 1-63.
- 5) BARSUKOV, V. V. 1964: Key to the fishes of the family Scorpaenidae, Soviet Fisheries Investigations in the Northeast Pacific, Part III, 226-262. (English translation from Russian, Israel Program for Scientific Translations Ltd. 1968)
- 6) BEVERTON, R. J. H. 1954: Note on the use of theoretical models in the study of the dynamics of exploited fish populations, Misc. Contrib. No. 2, U. S. Fishery Lab. Beaufort, North Carolina, 181pp. (Mimeo.) (吉原友吉訳, 1963)
- 7) CHEN, L. C. 1971: Systematics, variation, distribution, and biology of rockfishes of the Subgenus *Sebastes* (Piscies, Scorpaenidae, *Sebastes*), *Bull. Scripps Inst. Ocean. Univ. Calif.*, **18**, 1-107.
- 8) 千国史郎 1968a: ベーリング海におけるアラスカメヌケの鱗相—I. 鱗相の概要と採鱗部位による変異, 日水誌, **34**(8), 681-686.
- 9) 千国史郎 1968b: ベーリング海におけるアラスカメヌケの鱗相—II. 成長休止帯の形成時期とその周期, 日水誌, **34**(9), 770-774.
- 10) 千国史郎 1970a: 北東太平洋におけるアラスカメヌケの鱗相—I. 鱗相の概要と採鱗部位による変異, 成長休止帯の形成時期と周期, 遠水研報, (3), 187-204.
- 11) 千国史郎 1970b: ベーリング海の大津だににおけるトロール定点調査漁具の漁獲特性について, 遠水研報, (3), 259-270.



- 12) 千国史郎 1970c: 北東太平洋のアラスカメヌケに関する資料(1969年までの日本のトロール漁業の経過), 水産庁, 31pp.
- 13) 千国史郎・若林清 1970: ベーリング海におけるアラスカメヌケの鱗相—Ⅲ. 鱗読による年令査定 of 客観性とたしからしさについて, 遠水研報, (3), 205-214.
- 14) 千国史郎 1971a: 北東太平洋におけるアラスカメヌケの年令と魚体の大きさとの関係, 遠水研報, (4), 27-49.
- 15) 千国史郎 1971b: 北東太平洋におけるアラスカメヌケの年令と体長の関係について, 3人の研究者によって得られた結果の比較, 水産庁, 10 pp.
- 16) 千国史郎 1971c: 北東太平洋における日本のアラスカメヌケ漁業の努力量の標準化について, 遠水研報, (5), 1-21.
- 17) 千国史郎 1971d: 第3稲勢丸による北洋底魚調査報告(1971年), 遠洋水産研究所, 175 pp.
- 18) 千国史郎 1971e: 北東太平洋のアラスカメヌケ漁業に関する資料(1970年までの日本のトロール漁業の経過), 水産庁, 26 pp.
- 19) 千国史郎 1971f: 北東太平洋におけるアラスカメヌケの生物生産と漁獲との関係について, 水産庁, 29 pp.
- 20) 千国史郎 1972a: 北東太平洋のアラスカメヌケ漁業に関する資料—Ⅲ. 1971年までの日本のトロール漁業の経過, 水産庁, 22 pp.
- 21) 千国史郎 1972b: 北東太平洋におけるアラスカメヌケの生物生産と漁獲との関係について—Ⅲ. 再生産率および初期減耗を考慮に入れた等漁獲量曲線の解析, 水産庁, 20 pp.
- 22) 千国史郎 1973: 北東太平洋のアラスカメヌケ漁業に関する資料—Ⅳ. 1972年までの日本のトロール漁業の経過, 水産庁, 22 pp.
- 23) CHITWOOD, P. E. 1969: Japanese, Soviet, and South Korean fisheries off Alaska, *U. S. Wildl. Serv. Circular*, (310), 1-34.
- 24) DODIMEAD, A. J., FAVORITE, F., 平野敏行 1963: 北太平洋のさけます 第2部. 太平洋亜寒帯の海洋学の検討, 北太平洋漁業国際委員会研究報告, (13), 1-187.
- 25) 土井長之 1973: 東シナ海・黄海産マダイの適正漁獲係数を見積る簡便法, 日水誌, 39 (1), 1-5.
- 26) 福田嘉男 1975: 一次変換による年令組成の推定について, (未発表).
- 27) GRITSENKO, O. F. 1963: ベーリング海の太平洋産メヌケの年令と生長速度(木元謙二訳), ソ連北洋漁業関係文献集, (59), 14-19.
- 28) GUNDERSON, D. R. 1971: Reproductive patterns of Pacific ocean perch (*Sebastes alutus* GILBERT) off Washington and British Columbia and their relation to bathymetric distribution and seasonal abundance, *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 28, 417-425.
- 29) GUNDERSON, D. R. 1974: Availability, size composition, age composition, and growth characteristics of Pacific ocean perch (*Sebastes alutus*) off the northern Washington coast during 1967-72, *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 31, 21-34.
- 30) 北海道立釧路水産試験場 1970: 昭和44年度事業成績書, 釧路水試, 126 pp.
- 31) 五十嵐孝夫 1968a: 海産卵胎生硬骨魚類エゾメバル *Sebastes taczanowskii* の生態学的研究—I. 精巢の季節的变化, 北大水産彙報, 19 (1), 19-26.
- 32) 五十嵐孝夫 1968b: 海産卵胎生硬骨魚類エゾメバル *Sebastes taczanowskii* の生態学的研究—II. 雄性交接器について, 北大水産彙報, 19 (1), 27-31.
- 33) LISOVENKO, L. A. 1965: アラスカ湾産メヌケ *Sebastes alutus* GILBERT のよう卵数について(崎浦治之訳), ソ連北洋漁業関係文献集, (73), 39-48.
- 34) LISOVENKO, L. A. 1970: A study of spermatogenesis in Pacific rockfish (*Sebastes alutus* GILBERT) from the Gulf of Alaska, Soviet Fisheries Investigations in the Northeast

- Pacific, Part V, 248-266. (English translation from Russian, Israel Program for Scientific Translations Ltd. 1972)
- 35) LYUBIMOVA, T. G. 1964 : アラスカ湾のメスケ *Sedaetodes alutus* の生物学的特徴 (古瀬良訳), ソ連北洋漁業関係文献集, (67), 18-31.
- 36) LYUBIMOVA, T. G. 1965 : アラスカ湾産メスケ *Sebastes alutus* の生活史の主要な投階 (小山譲訳), ソ連北洋漁業関係文献集, (73), 1-38.
- 37) 松原喜代松 1955 : 魚類の形態と検索, 1065 pp., 石崎書店, 東京.
- 38) 水江一弘 1958a : カサゴの研究-II. カサゴの精巢の季節的循環と精子形成に就て, 長崎大水产研報, (6), 27-36.
- 39) 水江一弘 1958b : カサゴの研究-IV. 海産卵胎生硬骨魚類の交接器に就て, 長崎大水产研報, (8), 80-83.
- 40) 水江一弘 1959a : メバル精巢の季節的循環に就て, 長崎大水产研報, (8), 111-122.
- 41) 水江一弘 1959b : カサゴの研究-V. 海産卵胎生硬骨魚類の卵巢の成熟及びその季節的循環に関する研究, 長崎大水产研報, (8), 84-110.
- 42) MOSER, H. G. 1967 : Reproduction and development of *Sebastes paucispinis* and comparison with other rockfishes off Southern California, *Copeia*, (4), 773-797.
- 43) PARAKETSOV, I. A. 1963 : ベーリング海のメスケ *Sebastes altus* の生態について (古瀬良訳), ソ連北洋漁業関係文献集, (59), 1-13.
- 44) PAUTOV, G. P. 1970 : ベーリング海におけるアラスカメスケ (*Sebastes alutus*) の年令組成および成長の特性 (油橋重遠訳), 水産庁日ソ漁業科学技術協力翻訳印刷文献 (底魚篇), 昭和47年, 1-4.
- 45) PHILLIPS, J. B. 1957 : A review of the rockfishes of California (Family Scorpaenidae), *Dept. Fish Game Bull.*, (104), 1-158.
- 46) PHILLIPS, J. B. 1964 : Life history studies on ten species of rockfish, *Dept. Fish Game Bull.*, (126), 1-70.
- 47) RICKER, W. E. 1958 : Handbook of computations for biological statistics of fish populations, *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, (119), 1-300.
- 48) ROBERTSON, J. A. 1936 : The occurrence of Lee's phenomenon in the sprat, and the size-relation between fish and scale, *J. Cons. Int. Expl. Mer.*, **11**(2), 219-228.
- 49) 水産庁北海道漁業調整事務所他 1970 : 遠洋底びき網漁業 (北洋転換船) 漁場別漁獲統計年報 1969年, 水産庁北海道漁業調整事務所, 129 pp.
- 50) 水産庁北海道漁業調整事務所他 1971 : 遠洋底びき網漁業 (北洋転換船) 漁場別漁獲統計年報 1970年, 水産庁北海道漁業調整事務所, 159 pp.
- 51) 高橋善弥 1972 : 北洋底魚漁業の歴史, 遠洋水産研究所, 129 pp.
- 52) 田中昌一 1960 : 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理, 東水研報, (28), 1-200.
- 53) TANAKA, S. 1975 : Some considerations on methods for calculating the survival rate from the catch per unit effort, *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **41**(2), 121-128.
- 54) 立石新吉・水江一弘・稲葉正 1958 : 2, 3の卵胎生硬骨魚の卵巢の組織学的研究, 長崎大水产研報, (7), 47-52.
- 55) TEMPLEMAN, W. 1959 : Redfish distribution in the North Atlantic, *Fish Res. Bd. Canada Bull.*, (120), 1-173.
- 56) TSUYUKI, H., E. ROBERTS, R. H. LOWES, W. HADAWAY, and S. J. WESTRHIM 1968 : Contribution of protein electrophoresis to rockfish (Scorpaenidae) systematics, *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **25** (11), 2477-2501.

- 57) WESTRHEIM, S. J. 1970: Survey of rockfishes, especially Pacific ocean perch, in the North-east Pacific Ocean, *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **27**(10), 1781-1809.
- 58) WESTRHEIM, S. J. 1973: Age determination and growth of Pacific ocean perch (*Sebastes alutus*) in the Northeast Pacific Ocean, *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **30**, 235-247.
- 59) WESTRHEIM, S. J. and V. A. SNYTKO 1974: Length-weight relations of Pacific ocean perch (*Sebastes alutus*) in the North Pacific Ocean, *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **31**, 363-366.



## 附 表

## APPENDIX TABLE

- I. 北太平洋において日本のトロール漁業によって漁獲されたアラスカメヌケの海域別体長組成.  
Length composition for the catch of Pacific ocean perch by region in the North Pacific caught by Japanese fishery.
- II. アラスカ湾において日本のトロール漁業によって漁獲されたアラスカメヌケの水域別体長組成.  
Length composition for the catch of Pacific ocean perch by area in the Gulf of Alaska region caught by Japanese fishery.
- III. ベーリング海において 1965 年に採集されたアラスカメヌケの年令と体長の関係.  
Age-length relation for the Pacific ocean perch, sexes combined, collected from the Bering Sea in 1965.
- IV. 北太平洋において日本のトロール漁業によって漁獲されたアラスカメヌケの海域別年令組成.  
Age composition for the catch of Pacific ocean perch by region in the North Pacific caught by Japanese fishery.

Appendix Table-I.

Length composition for the catch of Pacific ocean perch by region in the North Pacific caught by Japanese fishery. Excluding the catch from unknown area.

Gulf of Alaska region

(1,000)

FL (cm)	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
15			21		3					
			28	12	8			28		
20			143	75	10		2	78		
	3	14	214	238	42	11	45	128	26	
	16	16	351	588	101	29	149	185	128	
	18	42	352	1,079	249	133	254	372	196	275
	90	75	891	1,959	584	349	423	731	475	1,158
25	132	95	1,688	3,058	1,033	613	632	1,019	826	2,622
	201	243	2,318	5,049	1,763	1,034	1,298	1,631	1,857	3,682
	374	602	4,160	8,206	2,705	1,542	2,448	1,365	3,702	4,009
	653	1,229	6,153	12,751	4,550	2,598	4,376	2,561	5,841	4,739
	1,135	2,076	8,402	17,952	6,986	4,375	6,990	3,908	7,171	6,086
30	1,560	2,919	11,407	20,526	9,160	6,140	8,679	5,501	7,995	8,116
	1,575	3,036	12,844	22,922	11,512	8,368	11,567	7,873	8,589	9,393
	1,130	2,384	11,166	19,863	11,596	9,945	12,854	6,964	8,471	10,202
	825	2,003	8,715	14,521	11,175	10,573	13,309	6,499	7,781	10,528
	934	2,289	6,765	11,077	10,412	11,700	12,583	6,409	6,827	8,978
35	814	2,271	5,413	7,790	9,207	11,276	10,574	5,989	6,923	7,920
	696	1,673	4,258	5,539	8,681	10,990	10,025	8,034	7,484	8,113
	575	1,279	3,055	3,765	7,650	9,714	8,331	8,629	7,333	7,537
	399	976	2,119	2,452	6,237	7,777	6,170	7,096	6,553	6,508
	282	595	1,094	1,193	4,728	5,092	3,888	5,232	3,982	4,662
40	160	335	660	652	3,093	2,557	2,047	3,158	2,207	3,137
	60	131	341	363	1,857	1,279	1,000	1,771	1,077	1,887
	26	35	140	171	1,040	607	407	902	483	952
	4	12	80	49	521	286	211	603	169	476
	8	7	22	28	260	152	130	325	91	206
45		3		13	102	103	80	146	17	78
	4	3			27	3	47	9		
	1	2			18	3	8	2		
	6				15		6	2		
	6	2			22		4			
50	5				19					
Total	11,692	24,347	92,800	161,891	115,366	107,249	118,537	87,150	96,204	111,264
Weight (mt)	4,979	10,739	37,187	61,454	54,364	54,046	55,420	44,203	44,549	51,816

Appendix Table-I. (continued)

Eastern Pacific region						(1,000)
FL (cm)	1967	1968	1969	1970	1971	1972
15						
20	1					
	3	11				
	4	31	3	2	2	
	3	36	15		7	
	40	79	14	2	13	
25	73	110	40	6	28	
	98	167	66		56	
	140	268	122	30	69	
	227	304	183	26	61	
	367	369	227	37	119	
30	574	488	283	85	175	
	911	658	413	86	277	34
	1,242	880	444	121	302	50
	1,631	1,308	664	178	394	330
	2,036	1,705	1,048	311	430	967
35	1,959	1,913	1,156	645	459	1,635
	2,090	2,287	1,297	1,137	517	1,575
	2,028	2,369	1,583	1,317	558	1,492
	1,891	2,605	1,637	1,415	606	1,232
	1,658	2,714	1,416	1,265	729	1,121
40	1,429	2,561	1,567	1,140	741	1,303
	1,367	2,579	1,396	903	625	837
	1,098	2,148	1,151	522	446	518
	929	1,818	999	294	331	282
	692	1,355	724	133	286	105
45	516	926	411	114	161	167
	370	627	202	65	115	15
	272	425	26	59	66	
	224	214	4	51	20	
	141	90	1	37	7	
50	155	68	1	2	3	
Total	24,169	31,113	17,093	9,983	7,603	11,663
Weight (mt)	16,041	22,256	11,826	7,032	5,178	7,792



Appendix Table-I. (continued)

Eastern Slope region

(1,000)

FL (cm)	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
15										
20		39 19								
		22 47 91	8 2 5	11 94 235	20 13 63	12 43 73	42 107 169	1 5	169 410 410	
25	12 21	43 135	45 46	330 361	341 326	135 253	446 1,160	81 46	376 307	87 733
	43 68 111 178 352	141 225 238 489 832	149 185 403 631 905	568 557 784 788 1,018	875 1,281 1,484 1,776 1,944	515 901 1,364 1,687 1,695	2,221 3,806 4,586 4,083 3,269	227 276 523 726 659	450 741 959 1,207 2,087	1,063 1,189 935 1,153 1,121
30	665 938 889 1,023 1,042	1,294 1,859 2,052 2,092 2,042	1,340 1,625 1,364 1,360 1,422	1,315 1,496 1,677 1,531 1,484	3,060 3,020 3,551 3,912 3,955	2,083 2,497 2,975 3,319 3,084	2,006 1,383 958 787 664	994 1,048 1,200 991 1,039	2,365 1,357 1,027 596 333	1,494 861 692 368 409
	1,430 2,333 2,876 3,111 3,035	1,821 2,037 2,120 2,016 1,549	1,132 869 832 746 621	1,404 1,994 2,152 2,215 2,018	4,049 4,235 4,163 3,784 2,914	3,111 3,028 2,935 2,459 2,186	779 665 456 333 283	1,094 731 483 411 324	268 232 188 226 161	222 169 131 169 92
	2,217 1,984 1,257 679 337	1,193 791 507 241 165	478 339 267 85 56	1,776 1,358 624 534 105	1,592 809 518 265 53	1,687 1,193 692 303 140	179 160 111 73 48	151 121 68 45 36	121 46 7 2	85 19 4
45	117 39 12 6	50	16 4	29	15 8 1			13 4 2		
50										
Total	24,775	24,150	14,935	26,458	48,027	38,370	28,774	11,299	14,045	10,996
Weight (mt)	17,394	14,110	7,796	15,063	15,774	21,031	9,927	6,057	5,055	3,847

Appendix Table-I. (continued)

Aleutian region

(1,000)

FL (cm)	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
15			5						
20	8		24 78			2			
	15	5	88	51	12	18			
	19	11	126	124	172	79	56	37	
	38	191	290	197	724	172	221	82	7
	72	775	629	401	2,183	736	353	216	87
25	70	996	951	579	4,229	1,733	604	237	115
	146	1,852	1,510	599	6,220	3,341	954	325	400
	256	2,629	2,036	496	6,490	4,644	1,242	807	518
	435	2,951	2,896	677	6,276	4,973	2,621	1,149	1,086
	762	3,106	3,166	1,026	4,598	4,532	2,995	1,843	1,385
30	1,212	4,807	4,371	937	3,865	2,910	3,266	2,681	1,861
	2,698	5,461	4,709	1,338	3,130	1,852	2,934	3,264	2,192
	3,511	7,197	5,841	1,418	2,247	1,278	2,362	3,070	2,019
	4,337	5,955	4,634	1,587	1,973	751	1,228	2,253	1,534
	5,583	7,775	5,522	1,903	2,270	1,172	1,030	1,876	1,331
35	8,769	9,423	6,524	2,282	2,749	1,610	1,055	1,659	1,148
	8,563	8,042	5,950	2,992	3,121	1,953	1,223	1,805	1,267
	8,149	6,925	5,248	2,687	3,079	1,890	1,223	1,617	1,193
	5,620	4,504	3,711	2,339	2,205	1,314	1,597	1,631	1,025
	3,033	3,495	3,132	1,598	1,727	859	1,021	1,343	840
40	1,516	1,743	2,143	1,007	1,344	535	623	795	579
	473	931	1,144	709	615	229	423	498	237
	247	357	707	305	306	97	146	219	63
	55	127	368	142	41	30	29	73	41
	12	29	151	72		19		20	
45		5	56	36		5		4	
		5	13					4	
			25						
			25						
			17						
50			30						
Total	55,599	79,297	66,120	25,502	59,576	36,734	27,206	27,508	18,928
Weight (mt)	30,353	38,202	32,167	13,249	22,453	13,545	11,354	12,820	8,663

Appendix Table-II.

Length composition for the catch of Pacific ocean perch by area in the Gulf of Alaska region caught by Japanese fishery. Excluding the catch from unknown area.

Western Gulf area

(1,000)

FL (cm)	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
15					3					
				10	7					
20			11	44	10		2			
			11	102	24		9			
	2		60	306	44		22	4		
	4	1	24	592	69	13	42	11	26	
	18		86	1,145	168	31	57	20	69	42
25	28	1	124	1,652	305	42	88	47	129	65
	33	7	158	2,346	480	87	270	72	178	349
	70	22	482	3,021	621	140	532	183	289	502
	149	57	971	3,778	1,030	252	894	362	615	938
	432	189	1,322	4,860	1,499	343	966	491	839	1,494
30	808	245	2,302	4,442	1,736	353	842	400	1,119	2,021
	820	348	2,491	4,267	1,698	350	588	263	1,156	2,135
	546	193	2,224	3,500	1,546	223	293	113	1,028	1,717
	353	89	1,733	2,567	1,451	164	159	61	721	1,268
	305	74	1,051	2,032	1,367	152	98	36	538	534
35	340	84	767	1,564	1,206	169	83	16	349	253
	375	84	731	1,373	1,250	114	98	22	236	107
	315	75	743	930	1,180	89	75	21	154	17
	235	47	580	649	970	57	71	18	65	30
	165	37	391	340	780	22	40	10	38	95
40	115	9	257	117	593	18	17	5	14	13
	46	4	153	67	406	10	13	5	11	
	18	1	84	31	305	4	6			7
	4		60	2	189					
	6				80		2			
45					42		2			
	2									
	1									
	4									
	4									
50	3									
Total	5,201	1,567	16,816	39,737	19,059	2,635	5,267	2,160	7,574	11,587
Weight (mt)	2,348	651	7,354	14,029	8,353	1,248	1,746	702	2,865	4,236



Appendix Table-II. (continued)

Northwestern Gulf area

(1,000)

FL (cm)	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
15			21							
			28	2	1			28		
20			132	31				19		
	3	14	203	136	17	7	27	110	23	
	14	16	291	282	51	13	101	171	122	
	14	41	328	487	163	51	168	242	153	263
	72	75	805	814	356	189	290	417	341	1,091
25	104	94	1,564	1,406	619	345	412	554	581	2,479
	168	236	2,160	2,703	1,116	499	781	1,083	1,459	2,778
	304	580	3,678	5,183	1,779	765	1,423	723	2,992	2,543
	504	1,172	5,182	8,968	3,069	1,250	2,540	1,680	4,663	2,500
	703	1,887	7,077	13,064	4,656	1,944	4,051	2,647	5,550	2,800
30	752	2,674	9,101	16,045	6,215	2,451	4,984	3,936	5,867	4,094
	755	2,688	10,345	18,577	7,888	3,059	6,022	5,611	5,829	4,913
	584	2,191	8,930	16,251	7,513	3,312	5,631	3,856	5,479	4,562
	472	1,914	6,967	11,812	6,545	2,802	4,898	2,918	3,998	3,797
	629	2,215	5,697	8,889	5,375	2,577	3,897	2,358	1,930	2,390
35	474	2,187	4,638	6,150	4,387	2,119	2,518	1,634	1,224	1,345
	321	1,589	3,524	4,134	3,841	1,719	1,801	2,202	587	1,158
	260	1,204	2,311	2,821	3,271	1,294	1,087	2,393	508	598
	164	929	1,539	1,801	2,538	938	641	1,687	388	474
	117	558	703	853	1,784	692	368	1,479	223	497
40	45	326	403	535	1,124	290	136	801	283	624
	14	127	188	296	608	161	52	378	101	627
	8	34	56	140	322	49	12	134	69	422
		12	20	47	146	16	2	60	21	175
	2	7	22	28	72	3		88	26	80
45		3		13	11			22		29
	2	3			7					
		2			4					
	2				3					
	2	2			3					
50	2				1					
Total	6,491	22,780	75,913	121,468	63,485	26,545	41,842	37,231	42,417	40,239
Weight (mt)	2,631	10,077	29,800	47,121	28,155	11,567	16,703	16,367	15,343	15,414

Appendix Table-II. (continued)

Northeastern Gulf area								
(1,000)								
FL (cm)	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
15								
20								
25				4	9		3	
			4	10	21	10	6	
			13	57	29	103	16	12
			56	123	48	233	61	25
			99	203	69	393	108	78
30			150	414	163	357	175	499
			2	256	306	336	299	889
			5	350	628	349	421	1,242
	3	28	619	1,777	1,402	559	526	1,728
	4	39	869	2,850	2,045	890	627	1,899
35	8	78	1,320	4,227	3,716	1,755	1,008	2,118
	12	112	1,696	5,381	5,071	2,532	1,257	3,159
	15	142	2,131	6,101	5,837	2,796	1,771	4,170
	17	156	2,411	6,910	5,650	2,672	2,522	3,572
	8	76	2,326	6,584	4,802	2,072	3,116	2,922
40	3	32	2,249	6,187	4,322	1,996	3,619	2,482
	1	14	1,939	5,231	3,262	1,841	3,234	2,400
		2	1,596	4,229	2,273	1,453	2,840	1,972
			1,219	2,817	1,330	898	1,800	1,284
			760	1,409	683	513	1,028	684
45			450	613	308	197	552	275
			226	282	116	67	230	93
			87	80	88	25	84	37
			44	43	65	15	55	
			14	39	46	30	11	
50			5		35			
			1		2			
					2			
Total	71	686	20,890	57,080	42,328	22,092	25,369	31,540
Weight (mt)	33	304	11,015	29,076	20,868	10,783	14,122	14,914

Appendix Table-II. (continued)

Eastern Gulf area

(1,000)

FL (cm)	1967	1968	1969	1970	1971	1972
15						
20				59		
	1			18		
	2	6	5			
	4	12	15	16	1	
	4	6	28	61	4	
25	10	23	63	25	8	
	17	34	84	119	45	56
	49	72	187	123	122	75
	101	152	314	170	142	59
	212	311	571	211	256	64
30	340	486	808	275	382	102
	606	732	1,241	244	596	227
	841	1,029	1,859	463	707	764
	1,048	1,506	2,415	724	1,291	1,293
	1,259	2,061	2,938	1,343	1,837	2,482
35	1,288	2,404	3,171	2,267	2,234	3,400
	1,341	2,970	3,804	3,814	3,042	4,366
	1,260	3,100	3,907	4,374	3,437	4,522
	1,133	2,553	3,185	3,938	3,260	4,032
	945	1,561	2,150	2,845	1,921	2,786
40	616	840	1,211	1,839	882	1,816
	393	495	627	1,191	413	985
	187	272	273	701	184	430
	99	190	121	518	64	264
	64	106	63	222	10	126
45	35	62	34	94	6	49
	15	3	12	9		
	13	3	6	2		
	12		6	2		
	19		2			
50	18					
Total	11,932	20,989	29,100	25,667	20,844	27,898
Weight (mt)	6,841	12,155	16,103	16,351	12,219	17,252

Appendix Table-III.

Age-length relation for the Pacific ocean perch, sexes combined, collected from the Bering Sea in 1965.

FL (cm)	Age																		Total
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21-23	
20	3																		3
	2	1																	3
	2	3																	5
	3	3	1																7
25		2																	6
		3	1																7
30		1																	20
		1	13	1															6
		4	21	10	1														36
		4	15	16	5														41
35			7	13	6	1													27
			1	6	6	4	1												18
				3	15	8	6	5											37
					6	17	11	11											45
40					1	7	17	12	7	1									45
						4	9	19	21	3									56
						3	4	17	17	15	2								55
							3	8	35	24	11	2							83
45								9	18	27	9	5	3	1					72
								1	7	29	26	12	2	2	1				80
									5	7	6	14	4	3	3	1			43
										6	7	16	8	2	2	2	1		45
50												10	15	6	3				45
											1	6	7	7	6	3			35
											2	1	5	4	3	3	3	2	18
												1	1	1	4	2	3	2	14
55												1	2	1	1	1	1		6
															1	1			4
															2	1			4
															2		1		3
Total	10	19	60	55	40	42	51	82	110	112	71	68	47	26	26	13	9	11	852
Mean FL(cm)	21.0	24.0	25.7	26.7	28.8	30.3	31.5	32.7	34.2	35.5	36.8	38.1	39.4	39.5	40.8	40.6	40.9	42.3	



Appendix Table-IV.

Age composition for the catch of Pacific ocean perch by region in the North Pacific caught by Japanese fishery. Excluding the catch from unknown area.

Gulf of Alaska region

(1,000)

Age	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
5	53	40	1,244	2,381	505	273	441	1,355	219	946
6	132	94	2,151	4,479	1,226	679	680	1,517	966	4,083
7	436	498	4,675	10,268	3,116	1,599	2,310	1,872	4,168	5,341
8	1,145	1,896	9,861	20,981	6,950	3,525	6,411	4,101	9,474	7,182
9	1,971	3,601	15,431	30,035	11,395	6,254	10,447	6,885	12,379	10,825
10	1,942	3,753	16,339	29,646	13,496	8,759	13,336	7,918	11,145	12,598
11	1,387	2,987	12,974	22,458	12,741	10,260	14,427	7,208	7,811	10,720
12	976	2,386	9,041	14,801	10,812	10,742	13,568	6,061	5,294	7,857
13	746	1,979	6,140	9,193	8,972	10,563	11,725	5,213	4,514	6,113
14	598	1,644	4,206	5,712	7,495	9,958	9,734	4,809	4,900	5,607
15	490	1,340	2,936	3,682	6,353	9,027	7,959	4,724	5,628	5,720
16	401	1,065	2,084	2,451	5,443	7,851	6,435	4,733	6,016	5,795
17	323	821	1,491	1,663	4,682	6,528	5,106	4,656	5,742	5,515
18	260	622	1,097	1,168	4,066	5,277	4,020	4,441	4,927	4,917
19	206	466	825	842	3,554	4,177	3,136	4,122	3,899	4,178
20	163	344	627	614	3,115	3,246	2,421	3,742	2,903	3,441
21	130	257	490	462	2,761	2,536	1,887	3,367	2,112	2,826
22	106	195	391	357	2,476	2,004	1,493	3,023	1,530	2,348
23	88	149	318	282	2,244	1,603	1,197	2,716	1,117	1,989
24	75	117	262	229	2,055	1,305	979	2,452	828	1,725
25	65	94	220	189	1,907	1,088	821	2,234	631	1,535
Total	11,693	24,348	92,803	161,893	115,364	107,254	118,533	87,149	96,203	111,261

Appendix Table-IV. (continued)

Eastern Pacific region

(1,000)

Age	1967	1968	1969	1970	1971	1972
5	9	91	6		5	
6	163	255	90		77	
7	390	466	325	49	152	
8	1,081	746	476	82	317	
9	2,433	1,250	680	52	552	3
10	3,526	1,908	1,118	108	664	334
11	3,619	2,422	1,586	476	678	2,107
12	3,077	2,684	1,816	1,363	681	3,001
13	2,390	2,728	1,800	2,062	683	2,377
14	1,795	2,603	1,656	1,972	658	1,606
15	1,347	2,373	1,470	1,416	595	1,031
16	1,028	2,103	1,277	860	510	631
17	808	1,844	1,089	494	425	372
18	655	1,616	905	286	350	212
19	553	1,428	735	180	290	120
20	487	1,276	584	124	243	68
21	447	1,153	459	97	207	40
22	426	1,052	356	82	177	23
23	422	970	277	75	154	14
24	430	902	217	72	135	9
25	447	845	171	70	120	6
Total	25,533	30,715	17,093	9,920	7,673	11,954

Appendix Table-IV. (continued)

Eastern Slope region

(1,000)

Age	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
5		259	11	364	56	106	177	4	1,208	3
6	40	193	96	911	912	464	1,953	146	637	1,170
7	104	331	398	1,231	2,606	1,911	8,847	685	1,118	2,545
8	217	688	1,102	1,463	3,107	2,950	8,631	1,197	2,852	2,129
9	1,005	1,895	2,121	2,100	4,182	3,210	3,235	1,514	4,314	2,222
10	1,477	3,002	2,392	2,422	4,896	3,967	1,291	1,694	1,899	1,238
11	1,008	2,909	2,037	1,963	5,003	4,302	885	1,589	622	581
12	919	2,456	1,589	1,594	4,953	4,004	863	1,354	286	322
13	1,360	2,217	1,182	1,631	4,903	3,546	802	1,013	211	211
14	2,161	2,093	892	1,865	4,669	3,086	611	684	207	164
15	2,859	1,904	694	2,040	4,002	2,613	412	443	209	135
16	3,045	1,601	553	2,018	3,039	2,145	277	288	183	106
17	2,770	1,259	442	1,805	2,086	1,699	197	192	133	73
18	2,274	952	353	1,484	1,352	1,302	149	132	81	45
19	1,739	703	279	1,138	849	964	117	95	43	25
20	1,270	515	219	829	531	696	93	71	21	13
21	905	381	173	586	338	496	74	55	10	7
22	633	282	136	404	218	349	58	45	5	4
23	445	213	108	278	145	247	44	37	2	2
24	314	163	87	191	99	175	34	32	1	1
25	229	128	71	135	71	128	26	28	1	1
Total	24,775	24,150	14,935	26,458	48,027	38,370	28,774	11,299	14,045	10,996

Appendix Table-IV. (continued)

Aleutian region

(1,000)

Age	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
5	88	127	605	403	487	77	265	110	1
6	164	2,472	2,015	1,254	9,489	3,003	1,026	514	177
7	407	5,005	4,159	1,205	15,423	11,969	2,789	1,208	1,109
8	994	6,181	6,366	1,583	8,915	8,351	6,925	3,480	2,883
9	2,823	8,685	7,964	1,840	4,301	2,295	5,637	5,994	3,953
10	4,668	9,735	7,721	1,940	2,467	834	2,131	4,194	2,727
11	7,548	11,067	7,768	2,340	2,593	1,044	994	2,401	1,676
12	11,851	11,701	7,936	3,167	3,501	2,062	1,005	1,926	1,409
13	12,516	9,725	6,902	3,593	3,898	2,707	1,426	1,936	1,411
14	8,374	6,568	5,148	3,083	3,326	2,159	1,724	1,880	1,318
15	3,923	3,845	3,480	2,126	2,327	1,225	1,495	1,541	1,017
16	1,488	2,070	2,235	1,294	1,414	578	956	1,051	637
17	504	1,053	1,390	737	759	248	485	616	334
18	166	525	861	411	372	104	212	329	156
19	55	259	537	228	169	43	84	165	67
20	19	130	345	128	74	19	32	81	29
21	7	68	232	74	33	9	12	41	12
22	3	37	163	43	15	4	5	21	6
23	1	21	121	26	7	2	2	11	3
24		13	95	16	3	1	1	6	1
25		8	78	11	2	1		4	1
Total	55,599	79,297	66,120	25,502	59,576	36,734	27,206	27,508	18,928

北太平洋におけるアラスカメヌケの漁業生物学的研究