



| | |
|------------------|---|
| Title | ベーリング海におけるサケ・マス類の食性について |
| Author(s) | 管野, 泰次; 浜井, 生三 |
| Citation | 北海道大学水産学部研究彙報, 22(2), 107-128 |
| Issue Date | 1971-08 |
| Doc URL | http://hdl.handle.net/2115/23444 |
| Type | bulletin (article) |
| File Information | 22(2)_P107-128.pdf |



[Instructions for use](#)

ベーリング海におけるサケ・マス類の食性について*

管野 泰次**・浜井 生三***

Food of Salmonid Fish in the Bering Sea in Summer of 1966*

Yasuji KANNO** and Ikusô HAMAI***

Abstract

Stomach contents of three species of salmon, viz. chum (*Oncorhynchus keta*), sockeye (*O. nerka*), and pink (*O. gorbuscha*), caught in 30 fishing stations in the Bering Sea in June and July, 1966, were studied. Samples were extracted at random from the catch by a drift gill net set operated during midnight. Food organisms found in the stomach were classified into eight food items; amphipod, euphausiid, copepod, small fish, large fish, pteropod, squid and others, and each item was quantitatively recorded as shown in Tables 2-9.

There were great differences in the composition of food organisms among three species and among the areas in which the fish were caught. In the chum salmon, the difference of food composition was noticeable in four areas, shown in Fig. 1, namely the main food item was copepod in Area A, pteropod in Area B, euphausiid in Area C and amphipod in Area D. In the sockeye and the pink salmon, the differences of food composition were conspicuous in two areas, shown in Fig. 2; the main food items were squid in Area A', euphausiid in the sockeye and fish in the pink in Area B'. As for those three species of salmon, the differences of food composition between the chum and the sockeye or between the chum and the pink salmon were recognized. The chum salmon does not eat squid, while the sockeye and the pink salmon do not eat copepod or pteropod. Comparing the food compositions of three salmon species, the rank of preference of each food organism was deduced as follows.

Chum salmon: (1) amphipod, euphausiid, pteropod, copepod (2) fish (3) squid larvae

Sockeye and pink salmon: (1) squid (2) fish, amphipod, euphausiid (3) others

The following results as to the food weight were gained from the comparison between species and between areas. There were significant differences in food weight between the sockeye and the chum, between the sockeye and the pink, and between the chum and the pink salmon, showing that the amount of food for the sockeye salmon was much more than that for other species. And other significant differences in regard to the areas were also recognized in the three species, especially the food weight in Area A' (squid area) was much greater than that of Area B' in the case of the sockeye and the pink salmon.

* 北海道大学水産学部北洋研究施設業績 第49号
(Contribution No. 49 from the Research Institute of North Pacific Fisheries, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

** 北海道立網走水産試験場
(Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)

*** 北海道大学水産学部資源生物学講座
(Laboratory of Biology of Fish Population, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

Table 1. Sampling localities, amount of net cast and number of fish caught during the summer of 1966 in the Bering Sea

| Fishing station ¹⁾ | Latitude | Longitude | Amount of net cast (<i>tan</i>) ²⁾ | Number of fish | | |
|-------------------------------|----------|-----------|---|----------------|---------|------|
| | | | | Chum | Sockeye | Pink |
| 1 | 53°30'N | 177°00'E | 115 | 12 | 14 | 67 |
| 2 | 55°30'N | 177°00'E | 115 | 42 | 68 | 80 |
| 3 | 57°30'N | 177°00'E | 115 | 33 | 37 | 19 |
| 4 | 58°18'N | 176°05'W | 115 | 25 | 8 | 6 |
| 5 | 56°03'N | 176°01'W | 115 | 11 | 36 | 9 |
| 6 | 54°13'N | 176°00'W | 114 | 36 | 84 | 17 |
| 7 | 55°30'N | 174°00'W | 114 | 52 | 161 | 8 |
| 8 | 56°42'N | 172°00'W | 114 | 3 | 4 | 0 |
| 9 | 55°30'N | 169°00'W | 114 | 58 | 2315 | 11 |
| 10 | 54°53'N | 169°06'W | 114 | 68 | 987 | 8 |
| 11 | 55°50'N | 168°00'W | 113 | 21 | 1165 | 2 |
| 12 | 57°35'N | 168°00'W | 113 | 54 | 130 | 10 |
| 13 | 59°00'N | 168°00'W | 112 | 79 | 16 | 34 |
| 14 | 58°30'N | 165°00'W | 112 | 257 | 32 | 45 |
| 15 | 57°01'N | 164°52'W | 112 | 9 | 2055 | 1 |
| 16 | 55°58'N | 164°55'W | 58 | 23 | 596 | 5 |
| 17 | 55°27'N | 164°48'W | 109 | 16 | 83 | 1 |
| 18 | 59°43'N | 168°25'W | 102 | 39 | 5 | 169 |
| 19 | 58°47'N | 172°00'W | 102 | 57 | 0 | 0 |
| 20 | 57°42'N | 175°00'W | 51 | 87 | 7 | 3 |
| 21 | 58°49'N | 178°24'W | 102 | 336 | 169 | 5 |
| 22 | 60°04'N | 174°55'W | 102 | 29 | 2 | 5 |
| 23 | 61°12'N | 171°16'W | 102 | 75 | 1 | 11 |
| 24 | 62°17'N | 167°45'W | 102 | 71 | 0 | 5 |
| 25 | 62°32'N | 172°27'W | 102 | 45 | 1 | 10 |
| 26 | 64°17'N | 174°45'W | 102 | 236 | 32 | 5 |
| 27 | 64°37'N | 179°00'W | 102 | 539 | 2 | 0 |
| 28 | 64°00'N | 179°41'W | 102 | 243 | 9 | 3 |
| 29 | 63°00'N | 179°00'W | 102 | 347 | 1 | 5 |
| 30 | 62°29'N | 176°00'W | 102 | 752 | 0 | 4 |
| 31 | 61°31'N | 176°51'W | 102 | 846 | 9 | 6 |

1) The fishing station is abbreviated as F₁, F₂, ... in the text.

2) 1 *tan*: 50 meters long

The extent of feeding satiety was estimated from the comparison with the largest food weight contained in the stomach as follows; (1) sockeye salmon (about 130 grams) (2) pink salmon (about 80 grams) (3) chum salmon (about 60 grams).

The variation of the food weight per fish at all sampling stations was the largest in the case of the sockeye salmon and the smallest in the chum salmon.

Comparing the percentage of empty stomachs, it was significantly found out that the sockeye salmon had a higher percentage of empty stomach than the chum salmon, and that the percentage was different according to the areas in the case of the chum and the sockeye salmon. Furthermore a significant correlation between the percentage of empty stomach and the number of fish caught per unit net length was observed in the sockeye salmon. The differences in food weight and the percentage of empty stomach might associate with the availability of food organisms.

The SPEARMAN rank correlation coefficient of food compositions in 10 fishing stations in which the three species were simultaneously caught showed that the

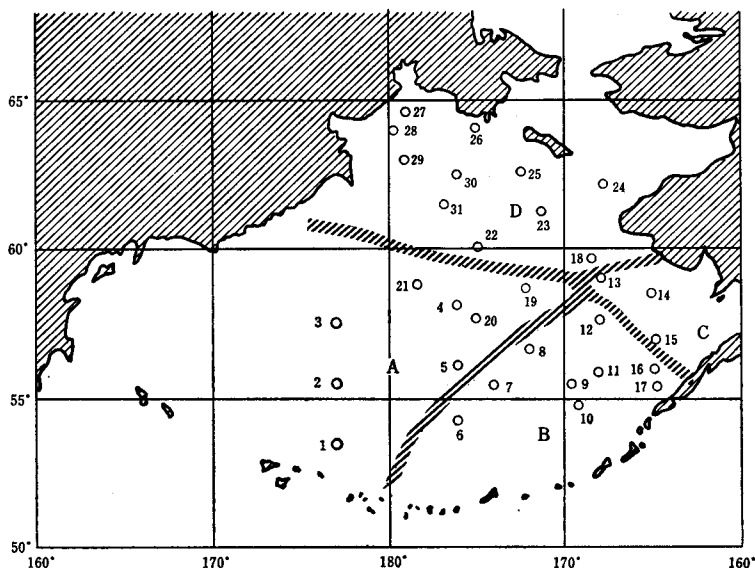


Fig. 1. Four areas divided according to the food composition of the chum salmon, the main food item being copepod in Area A, pteropod in Area B, euphausiid in Area C and amphipod in Area D in the summer of 1966

degree of similarity of food composition was the highest between the sockeye and the pink salmon and the lowest between the chum and the pink salmon.

緒 言

魚類の食性研究は二つの観点から研究が進められている。第1の観点は栄養階梯 (Trophic level) を量的に規定しようとするものであって、Producer から高次の Consumer に至る Energy flow を研究するものである。第2の観点は食性と生物学的諸現象との関係を知ろうとするもので、魚類の发育段階や集群構造におよぼす食性の影響を研究する立場である。これら二つの立場の総合されたところに、個体群量の究明と魚群行動の予測を目的とする漁業生物学的な食性研究の立脚点があり、従来のサケ・マスに関する研究は多くこの立場に立っている。

ここで従来の主な研究を概観すれば次のようである。田村・河合 (1953) は北海道東海岸でシロザケ・ベニザケ・カラフトマス进行研究し胃内容物中に約50種の餌生物を同定した。ANDRIEVSKAYA (1958) はカムチャッカ東岸でシロザケ・ベニザケ・カラフトマスを研究し胃内容物中に約60種の餌生物を同定し、その中でオキアミ類・端脚類・翼足類・稚魚・橈脚類が特に重要であることを指摘した。摂食量はカラフトマス・ベニザケ・シロザケの順に多いこと、成熟度の違いは摂食量に影響を与えないこと、ベニザケ・カラフトマスの食物組成が強く類似することを示した。伊藤 (1964) は北西太平洋の5種のサケ・マスを調べ、重要な食物としてマスノスケ・ギンザケは魚類・イカ類、ベニザケ・カラフトマスは魚類・イカ類・オキアミ類・端脚類・橈脚類、シロザケは魚類・翼足類・オキアミ類・端脚類・橈脚類をあげた。LEBRASSEUR (1966) は北東太平洋で5種のサケ・マスを調べ、重要な食物として *Limacina*, 端脚類・橈脚類・オキアミ類・イカ類・魚類をあげた。食物組成に魚種間の相違があるとはいえ、海域による変異が大きいこと、ベニザケの成熟魚と未成熟魚では食物組成に相違があることを指摘した。

Table 2. Amounts of food in g in the stomach of the chum salmon
Column of average comprises values of mean and its 95% confidence

| Fishing station | Number of fish observed | Euphausiid | Amphipod | Small fish | Large fish | Pteropod |
|-----------------|-------------------------|--------------|----------|------------|-------------|------------|
| 1 | 3 | — | — | — | — | — |
| 2 | 19 | 0.9 (1) | — | — | 13.0 (3) | — |
| 3 | 14 | — | — | — | 3.8 (1) | — |
| 4 | 13 | 124.7 (6) | — | — | 3.8 (1) | — |
| 5 | 8 | — | — | — | — | — |
| 19 | 23 | 7.6 (1) | — | — | — | 1.9 (1) |
| 20 | 10 | — | — | — | — | — |
| 21 | 15 | — | — | — | — | — |
| Total | 105 | 133.2 (8) | — | — | 20.6 (5) | 1.9 (1) |

Table 3. Amounts of food in g in the stomach of the chum salmon in

| Fishing station | Number of fish observed | Euphausiid | Amphipod | Small fish | Large fish | Pteropod |
|-----------------|-------------------------|--------------|------------|-------------|------------|---------------|
| 6 | 12 | — | — | — | — | 101.8 (10) |
| 7 | 12 | — | — | — | — | 90.4 (7) |
| 9 | 15 | — | — | — | — | 96.1 (11) |
| 10 | 24 | 73.3 (8) | 0.1 (1) | 0.3 (2) | 2.8 (1) | 214.3 (17) |
| 11 | 19 | — | — | — | — | 29.3 (4) |
| 12 | 21 | 15.5 (3) | 8.8 (1) | 64.9 (5) | — | 152.6 (16) |
| 16 | 15 | 0.3 (1) | — | 0.5 (1) | — | 30.2 (5) |
| 17 | 5 | — | — | — | — | 9.7 (1) |
| Total | 123 | 89.1 (12) | 8.9 (2) | 65.7 (8) | 2.8 (1) | 724.4 (71) |

上述したこれまでの研究から、魚種もしくは海域を異にすれば食物組成の相違することが明らかにされた。従って魚種と食料との関係をさらに解明するためには、個々の魚種について全海域での食料状況の把握が第一に必要であり、それが同時に今後の研究の基盤になるのであろうと考えられた。筆者は幸いに従来の研究に欠けていたベーリング海中央海域で、三種のサケ・マスの胃内容物を研究す

1971]

菅野・浜井: ペーリング海におけるサケ・マス類の食性

in Area A. Figures in parentheses show the number of fish with food.
interval.

| Copepod | Others | Total | Average ± 95% conf. limits | Number of empty stomach |
|---------------|--------------|---------------|----------------------------------|----------------------------|
| 28.4 (3) | — | 28.4 (3) | 28.4± 6.6 | 0 |
| 252.6 (17) | — | 266.5 (17) | 14.0±17.9 | 2 |
| 216.8 (13) | — | 220.6 (13) | 15.8±14.9 | 1 |
| 58.0 (9) | — | 186.5 (12) | 14.3±31.8 | 1 |
| 108.7 (8) | — | 108.7 (8) | 13.6±18.0 | 0 |
| 77.5 (14) | — | 87.0 (14) | 3.8± 7.6 | 9 |
| 46.9 (7) | — | 46.9 (7) | 4.7± 4.8 | 3 |
| 8.8 (8) | 39.8 (12) | 48.6 (14) | 3.2± 9.2 | 1 |
| 797.7 (79) | 39.8 (12) | 993.2 (88) | 9.5±16.9 | 17 |

Area B. Figures in parentheses show the number of fish with food.

| Copepod | Others | Total | Average ± 95% conf. limits | Number of empty stomach |
|--------------|-------------|---------------|----------------------------------|----------------------------|
| 14.0 (6) | — | 115.8 (10) | 9.7±15.3 | 2 |
| — | 3.9 (1) | 94.3 (9) | 7.9±15.1 | 3 |
| — | 7.0 (1) | 103.1 (12) | 6.9±14.3 | 3 |
| — | — | 290.8 (23) | 12.2± 8.2 | 1 |
| 17.6 (5) | 8.8 (1) | 55.7 (8) | 2.9±16.1 | 11 |
| — | 3.1 (1) | 244.9 (20) | 11.7±24.2 | 1 |
| — | — | 31.0 (6) | 2.1± 7.6 | 9 |
| 3.1 (3) | 15.9 (3) | 28.7 (4) | 5.7± 8.2 | 1 |
| 34.7 (14) | 38.7 (7) | 964.3 (92) | 7.8±18.8 | 31 |

る機会を得たのでその結果を報告する。

本論に入るに先立ち、標本蒐集に助力を与えられた北海道大学練習船おしよろ丸船長藤井武治氏と乗組員の諸氏、また餌種の同定の際に助言を与えられた北大水産学部の川村輝良教授・西山恒夫助手ならびに故小林喜雄氏に対し深く感謝申し上げる。

Table 4. Amounts of food in g in the stomach of the chum salmon

| Fishing station | Number of fish observed | Euphausiid | Amphipod | Small fish | Large fish | Pteropod |
|-----------------|-------------------------|---------------|--------------|------------|------------|------------|
| 13 | 18 | 194.1 (11) | 79.9 (10) | 5.7 (5) | — | 2.8 (3) |
| 14 | 12 | 322.5 (11) | 0.8 (1) | — | — | — |
| 15 | 9 | 7.1 (1) | — | — | — | — |
| Total | 39 | 523.7 (23) | 80.7 (11) | 5.7 (5) | — | 2.8 (3) |

Table 5. Amounts of food in g in the stomach of the cum salmon in

| Fishing station | Number of fish observed | Euphausiid | Amphipod | Small fish | Large fish | Pteropod |
|-----------------|-------------------------|-------------|-----------------|--------------|------------|-------------|
| 18 | 11 | 18.7 (2) | 31.9 (7) | — | 8.5 (2) | — |
| 22 | 10 | — | 35.8 (5) | — | — | 33.4 (6) |
| 23 | 22 | — | 216.6 (15) | 23.8 (5) | — | — |
| 24 | 14 | — | 68.8 (5) | 6.9 (4) | — | — |
| 25 | 21 | — | 284.4 (19) | 46.5 (11) | — | — |
| 26 | 4 | — | 202.5 (4) | — | — | — |
| 27 | 7 | — | 174.1 (7) | — | — | — |
| 28 | 18 | — | 285.1 (16) | — | — | — |
| 29 | 13 | — | 19.9 (3) | — | — | 6.5 (1) |
| 30 | 21 | — | 349.6 (20) | — | — | — |
| 31 | 22 | — | 244.5 (21) | — | — | — |
| Total | 163 | 18.7 (2) | 1913.2 (122) | 77.2 (20) | 8.5 (2) | 39.9 (7) |

材料と方法

使用した材料は1966年6月・7月練習船“おしよろ丸”により採集されたシロザケ, *Oncorhynchus keta* (WALBAUM), ベニザケ, *O. nerka* (WALBAUM), カラフトマス *O. gorbuscha* (WALBAUM) の三種で採集地点は Table 1 に示すように, アリューシャン列島以北のベーリング海全域に亘る(おしよろ丸第19次航海)。漁獲に用いられた表層流網の網目は 91, 115, 121, 130, 136 mm の5種である。各網目の使用反数は漁獲地点により若干相違したが, 投網揚網の時刻は全地点同一であった。すなわち

in Area C. Figures in parentheses show the number of fish with food.

| Copepod | Others | Total | Average ± 95% conf. limits | Number of empty stomach |
|---------|-------------|---------------|----------------------------------|----------------------------|
| — | 16.1 (1) | 298.5 (15) | 3.8 ± 7.6 | 3 |
| — | 0.9 (1) | 324.2 (11) | 24.9 ± 38.6 | 1 |
| — | 1.9 (2) | 9.0 (3) | 1.0 ± 3.0 | 6 |
| — | 18.8 (4) | 631.7 (29) | 16.2 ± 26.4 | 10 |

Area D. Figures in parentheses show the number of fish with food.

| Copepod | Others | Total | Average ± 95% conf. limits | Number of empty stomach |
|--------------|---------------|-----------------|----------------------------------|----------------------------|
| 1.8 (1) | 6.6 (2) | 67.5 (9) | 5.6 ± 10.8 | 2 |
| — | 9.7 (4) | 78.9 (9) | 7.9 ± 8.7 | 1 |
| — | 13.3 (2) | 253.7 (17) | 11.5 ± 20.0 | 5 |
| — | 85.9 (7) | 161.6 (12) | 11.5 ± 24.2 | 2 |
| — | 4.1 (1) | 335.0 (21) | 16.0 ± 21.1 | 0 |
| — | — | 202.5 (4) | 50.6 ± 43.0 | 0 |
| — | — | 174.1 (7) | 24.9 ± 24.7 | 0 |
| — | 9.6 (2) | 294.7 (18) | 16.4 ± 21.4 | 0 |
| 1.2 (1) | 52.0 (7) | 79.6 (10) | 6.2 ± 11.7 | 3 |
| 24.3 (11) | — | 373.9 (20) | 17.8 ± 21.0 | 1 |
| 17.6 (7) | 16.3 (3) | 278.4 (21) | 12.1 ± 20.7 | 1 |
| 44.9 (20) | 197.5 (28) | 2299.9 (148) | 14.1 ± 24.4 | 15 |

午後 11 時に投網し翌朝 3 時から数時間をかけて揚網した。

揚網後得られた漁獲物から魚種ごとに数十尾の標本を無作為に取り出し、腹部を切開して摘出した胃を 10% のホルマリン液に固定した。胃に内容の充満している個体では切開で胃の一部が切り裂かれることがあったが、このような損傷胃は餌種の観察だけに用い計算資料からは除外した。揚網してから測定などの船上処理を終え、切り取った胃を固定するまでの時間は 3~4 時間である。

研究室に持ち帰った胃については内容を含む全湿重量を計量したのち、胃を切開して内容をシャ

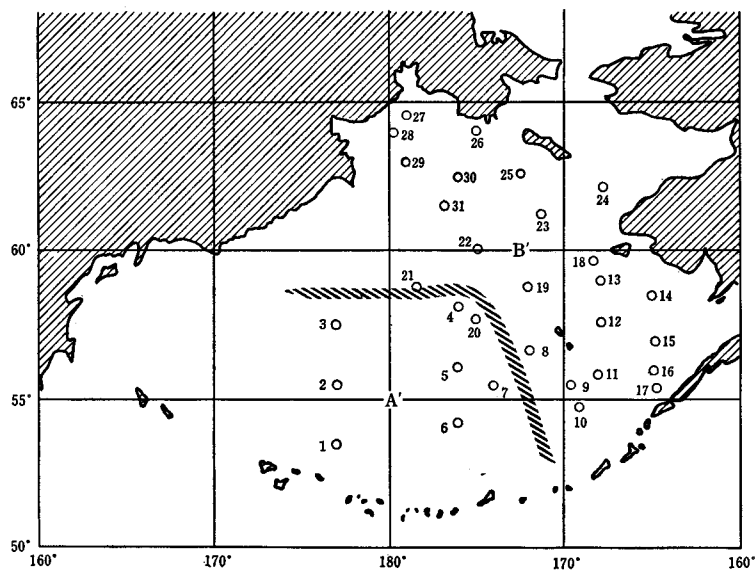


Fig. 2. Two areas divided according to the food composition of the sockeye and the pink salmon, the main food item being squid in Area A', euphausiid (in sockeye) and fish (in pink) in Area B' in the summer of 1966

ーレに移し個々の餌種に分離し餌種ごとに再び計量して、最後に内容を除いた胃袋の重量を計った。餌種の各々についてその一部を抜き出し個体数を数えたが、形の大小および重量に種差が見られたので計算にはすべて湿重量(g)を用いた。

餌種をオキアミ類・端脚類・小型魚・大型魚・橈脚類・翼足類・イカ・その他の8項目に分類した。“その他”には消化が進み所属する項目が不明のものとして *Zoea*・クラゲのようにどの項目にも属さずご

Table 6. Amounts of food in g in the stomach of the sockeye salmon in

| Fishing station | Number of fish observed | Euphausiid | Amphipod | Small fish | Large fish |
|-----------------|-------------------------|-------------|-------------|------------|---------------|
| 2 | 17 | — | — | — | — |
| 3 | 16 | — | — | — | 18.0 (2) |
| 4 | 8 | 71.4 (6) | — | — | 32.4 (4) |
| 5 | 29 | — | — | — | 13.0 (3) |
| 6 | 19 | — | 25.1 (7) | 0.1 (1) | 32.1 (4) |
| 7 | 14 | — | 0.6 (1) | — | 63.8 (4) |
| Total | 103 | 71.4 (6) | 25.7 (8) | 0.1 (1) | 159.3 (17) |

く少量摂食された餌生物を含めた。小型魚の項には体長 1 cm 未満のメバル類から 5 cm ほどのイカナゴ類までを含め、個体重量 3g をもって大型魚と分ける基準とした。まれに 1 cm ほどの稚イカ (2~3 mg) が他の餌種に混在して見出されたが、小型魚に似た摂食の仕方がなされていたので、捕食の際の運動力をも考え併せ小型魚として扱った。この種の稚イカはベニザケ・カラフトマスにとどまらず、一般にイカを摂食することのないシロザケの胃中にもしばしば認められた。また A 海域 (Fig. 1) でシロザケに多食された橈脚類は胃内で消化が進んでいたため、灰白色の粗肉として観察され肉眼での餌種の識別は困難であったが、肉質中に鱗・骨片などの硬組織や翼足類や端脚類にみられる黒色および赤色の色素が認められないこと、検鏡すれば *Calanus cristatus* を識別することができることから橈脚類と判定した。

結 果

1. 魚種別の摂餌状況

シロザケ

シロザケは端脚類・橈脚類・オキアミ類を多量に摂取していることが多く、このような場合には他の餌生物は普通胃内に認められない。これに反し魚類や翼足類を摂取している場合には他の餌生物との混食が認められる。

胃内容物の組成は採集地点ごとに異なるが、近接する採集地点の胃内容物組成は類似していることが多いのでそれらを総括し Fig. 1 に示す 4 海域 (A, B, C, D) に区分した。サケ・マスが最も多量に摂食した餌種をその海域での主食料とみなした。

設網地点 F₁, F₂, F₃, F₄, F₅, F₁₉, F₂₀, F₂₁ を含む A 海域は橈脚類が主食料である (Table 2)。この海域で標本とされたシロザケ 105 個体のうち橈脚類を摂食していたのは 79 個体で摂食していなかったのは 26 個体である。橈脚類について摂食されたのはオキアミ類 8 個体、大型魚 5 個体、翼足類 1 個体、その他 12 個体で空胃は 17 個体であった。摂食量では総量 993.2g のう橈脚類は 797.7g で全体に占める割合は 80% に達する。ついでオキアミ類が 133.2g で 14%、ハダカイワシを主とする大型魚が 20.6g で 2% を占める。総摂食量を標本個体数で除した個体当たり平均摂食量は 9.5g で C, D 両海域より少ない。この海域の最多摂食個体は F₄ で採集されたオキアミを独占的に摂取していた個体で摂

Area A'. Figures in parentheses show the number of fish with food.

| Squid | Others | Total | Average ± 95% conf. limits | Number of empty stomach |
|----------------|------------|----------------|----------------------------------|----------------------------|
| 1575.9 (17) | — | 1575.9 (17) | 92.7±59.5 | 0 |
| 1294.7 (16) | — | 1312.7 (16) | 82.0±62.9 | 0 |
| 46.2 (3) | — | 150.0 (6) | 18.6±65.9 | 2 |
| 1235.0 (25) | 1.7 (1) | 1249.7 (25) | 43.1±66.4 | 4 |
| 167.1 (7) | — | 224.4 (13) | 11.8±31.2 | 6 |
| 901.1 (14) | 0.9 (1) | 966.4 (14) | 69.0±63.3 | 0 |
| 5220.0 (82) | 2.6 (2) | 5479.1 (91) | 53.2±80.8 | 12 |

Table 7. Amounts of food in g in the stomach of the sockeye salmon

| Fishing station | Number of fish observed | Euphausiid | Amphipod | Small fish | Large fish |
|-----------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|-------------|
| 9 | 16 | — | 25.9 (3) | 169.9 (11) | — |
| 11 | 6 | — | — | 1.2 (1) | — |
| 12 | 9 | 113.8 (6) | 40.6 (4) | 15.5 (1) | — |
| 13 | 10 | 14.3 (4) | 57.3 (9) | 16.3 (5) | — |
| 14 | 8 | 243.6 (8) | 1.3 (1) | — | 0.9 (1) |
| 15 | 30 | — | — | — | 10.0 (1) |
| 16 | 17 | 0.8 (1) | 0.1 (1) | 0.7 (2) | — |
| 17 | 20 | 1.2 (2) | 6.1 (3) | 0.9 (3) | — |
| 18 | 6 | 7.3 (1) | 1.0 (2) | — | 16.9 (2) |
| 21 | 15 | — | — | 1.1 (2) | 11.1 (1) |
| 28 | 5 | — | 90.1 (4) | 0.4 (1) | — |
| Total | 142 | 381.0 (22) | 222.4 (27) | 206.0 (26) | 39.0 (5) |

Table 8. Amounts of food in g in the stomach of the pink salmon in

| Fishing station | Number of fish observed | Euphausiid | Amphipod | Small fish | Large fish |
|-----------------|-------------------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| 1 | 30 | 18.5 (6) | 12.3 (8) | 0.6 (4) | 25.7 (4) |
| 2 | 35 | — | 8.7 (4) | 0.1 (1) | 70.7 (9) |
| 3 | 15 | — | — | 0.2 (1) | 4.3 (1) |
| 4 | 4 | 0.5 (1) | — | 18.7 (2) | 9.5 (1) |
| 5 | 7 | — | — | 6.0 (2) | 8.5 (1) |
| 6 | 7 | — | 10.2 (5) | 0.3 (1) | — |
| 7 | 9 | — | 0.4 (1) | — | 28.1 (3) |
| Total | 107 | 19.0 (7) | 31.6 (18) | 25.9 (11) | 146.8 (19) |

in Area B'. Figures in parentheses show the number of fish with food.

| Squid | Others | Total | Average ± 95% conf. limits | Number of empty stomach |
|-------|--------------|---------------|----------------------------------|----------------------------|
| — | 15.8 (3) | 211.6 (13) | 13.3±20.5 | 3 |
| — | 1.6 (1) | 2.8 (2) | 0.5± 1.4 | 4 |
| — | — | 169.9 (8) | 18.9±33.2 | 1 |
| — | — | 87.9 (9) | 8.8±11.1 | 1 |
| — | 0.5 (1) | 246.3 (8) | 30.8±43.5 | 0 |
| — | 0.1 (1) | 10.2 (1) | 0.3± 3.6 | 29 |
| — | 0.6 (2) | 2.2 (3) | 0.1± 0.5 | 14 |
| — | 1.5 (4) | 9.7 (4) | 0.5± 2.3 | 16 |
| — | — | 25.2 (4) | 4.2± 2.4 | 2 |
| — | 8.8 (3) | 21.0 (6) | 1.4± 5.4 | 9 |
| — | 8.0 (1) | 98.5 (5) | 19.7±47.9 | 0 |
| — | 36.9 (16) | 885.3 (63) | 6.2±24.2 | 79 |

Area A'. Figures in parentheses show the number of fish with food.

| Squid | Others | Total | Average ± 95% conf. limits | Number of empty stomach |
|----------------|------------|----------------|----------------------------------|----------------------------|
| 172.1 (14) | 1.6 (2) | 230.9 (22) | 7.7± 8.1 | 8 |
| 1234.4 (34) | — | 1313.9 (34) | 37.5±47.7 | 1 |
| 646.4 (15) | — | 650.9 (15) | 43.4±40.8 | 0 |
| 13.0 (1) | — | 41.7 (3) | 10.4±18.8 | 1 |
| 66.3 (6) | 3.5 (2) | 84.3 (6) | 12.0±23.8 | 1 |
| 11.6 (1) | — | 22.1 (5) | 3.2± 8.8 | 2 |
| 265.3 (9) | — | 293.8 (9) | 32.6±46.4 | 0 |
| 2409.1 (80) | 5.1 (4) | 2637.5 (94) | 24.7±47.6 | 13 |

Table 9. Amounts of food in g in the stomach of the pink salmon in

| Fishing station | Number of fish observed | Euphausiid | Amphipod | Small fish | Large fish |
|-----------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 12 | 10 | 7.7 (5) | 1.0 (1) | 104.9 (8) | — |
| 13 | 10 | 4.2 (3) | 5.0 (5) | 5.8 (1) | 33.0 (7) |
| 14 | 9 | 113.3 (8) | — | — | 59.5 (5) |
| 18 | 18 | 6.9 (3) | 36.6 (11) | 53.2 (11) | 58.0 (10) |
| 22 | 7 | — | 102.8 (7) | 1.5 (2) | 4.5 (1) |
| 23 | 9 | — | 33.5 (7) | 6.4 (5) | — |
| 25 | 10 | — | 17.3 (7) | 12.0 (7) | 85.2 (7) |
| 29 | 6 | — | 24.3 (3) | — | 3.2 (1) |
| Total | 79 | 132.1 (19) | 220.5 (41) | 183.8 (34) | 243.4 (31) |

食量は 51.1g であった。A 海域中の F₄ は摂食個体数では橈脚類より少ないにしても、オキアミ類の摂食量が橈脚類の二倍に達している点で、また F₂₁ は摂食量の順位が *Zoea*・橈脚類・*Zoea* を除くその他となっている点でそれぞれ特異的である。

F₆, F₇, F₉, F₁₀, F₁₁, F₁₂, F₁₆, F₁₇ を含む B 海或は *Clione limacina* などの翼足類を主食料とする (Table 3)。翼足類を摂食したのは標本 123 個体のうち 71 個体と最も多く、ついで橈脚類の 14 個体、オキアミ類の 12 個体、小型魚 8 個体、その他 4 個体、端脚類 2 個体、大型魚 1 個体の順になる。空胃は 31 個体であった。ここで摂食された大型魚はハダカイワシで小型魚はカレイ類の仔魚・キタイカナゴ・ヨコソジカシカの仔魚などである。摂食量では全量 964.3g のうち翼足類は 724.4g で全体の 75% を占める。ついでオキアミ類が 89.1g で 9%、小型魚が 65.7g で 7% となる。個体当りの平均摂食量は 7.8g で他のいづれの海域より少ない。この海域の最多摂食個体は F₁₂ で採集されたカレイ類の仔魚と翼足類を混食していた個体で、摂食量は 52.9g であった。

F₁₃, F₁₄, F₁₅ を含む C 海域はオキアミ類が主食料である (Table 4)。オキアミ類を摂食したのは 39 個体のうち 23 個体、ついで端脚類 11 個体、小型魚 5 個体、その他 4 個体、翼足類 3 個体である。空胃は 10 個体であった。摂食量では総量 631.7g のうちオキアミ類は 523.7g で全体の 83% を占める。個体当りの平均摂食量は他のどの海域よりも多い 16.2g で F₁₄ の個体当り平均摂食量 24.9g は D 海域 F₂₆ の 50.6g につぐ多量である。またこの海域の最多摂食個体は同じ F₁₄ で採集されたが、オキアミを独占的に摂食していて摂食量は 71.9g であった。これは得られたシロザケ中の最多摂食個体でもある。C 海域に含めたが F₁₅ は特異な採集点である。標本 9 個体のうちオキアミを摂食していた 1 個体を合せ 3 個体が摂食個体で、全採集地点の中で空胃率が最も高い。個体当りの平均摂食量でも 1.0g は全採集地点の最少量である。なおベニザケでも F₁₅ は 97% の高い空胃率を示した。

F₁₈, F₂₂, F₂₃, F₂₄, F₂₅, F₂₆, F₂₇, F₂₈, F₂₉, F₃₀, F₃₁ を含むベリング北部の D 海域は端脚類を主食料とする (Table 5)。ここでは F₂₄, F₂₈ で“その他”が最も多く摂食されたのを除けば、他の全採集地点で端脚部が第 1 位を占める。端脚類を摂食したのは 163 個体のうち 122 個体である。ついでその他 28

Area B'. Figures in parentheses show the number of fish with food.

| Squid | Others | Total | Average ± 95% conf. limits | Number of empty stomach |
|-------|-------------|---------------|----------------------------------|----------------------------|
| — | 10.2 (1) | 123.8 (8) | 12.4±34.5 | 2 |
| — | 3.0 (1) | 51.0 (10) | 5.1±7.8 | 0 |
| — | — | 172.8 (9) | 19.2±21.5 | 0 |
| — | — | 154.7 (18) | 8.6±10.2 | 0 |
| — | 8.6 (2) | 117.4 (7) | 16.8±19.0 | 0 |
| — | — | 39.9 (7) | 4.4±5.7 | 2 |
| — | — | 114.5 (10) | 11.5±12.2 | 0 |
| — | 1.5 (2) | 29.0 (4) | 4.8±10.6 | 2 |
| — | 23.3 (6) | 803.1 (73) | 10.2±18.5 | 6 |

個体，小型魚 20 個体，橈脚類 20 個体，翼足類 7 個体，オキアミ類 2 個体，大型魚 2 個体で空胃は 15 個体であった。摂食量では総量 2,299.9g のうち端脚類は 1,913.2g と全体の 83% を占める。個体当りの平均摂食量は 14.1g で前出の A・B 海域より多い。ここに注目されるのは端脚類だけが摂食された F₂₆, F₂₇ で個体当りの平均摂食量がそれぞれ 50.6g, 24.9g と全採集点のうちの最多値を示すことである。またこの海域の最多摂食個体も F₂₆ に見られ摂食量は 65.3g であった。

ベニザケ

ベニザケはイカとイカ以外の餌種を主食料とする二つの海域 A'・B' に区分することができる。(Fig. 2)。F₂, F₃, F₄, F₅, F₆, F₇ を含む A' 海域では独占的にイカを摂取し，摂食量が他の海域よりも多い (Table 6)。この標本 103 個体のうちイカを摂食していたのは 82 個体である。ついで大型魚 17 個体，オキアミ類 6 個体，端脚類 8 個体で空胃は 12 個体であった。摂食量では総量 5,479.1g のうちイカは 5,220.0g で全体の 96% を占める。個体当りの平均摂食量 53.2g は B' 海域の平均摂食量 6.2g の約 9 倍になる。この海域ではイカが多量に摂食されたとはいえ，各採集点の個体当り平均摂食量にはかなりの高低があり，海域による利用度の相違がうかがわれる。さらに平均摂食量の多い地点ほど他餌種に対する依存度が弱く摂食量・摂食個体ともに少ない傾向が注目される。

B' 海域は端脚類やオキアミ類が主食料とされた採集点 F₁₂, F₁₃, F₁₄, F₁₇, F₂₈ と魚類が主食料とされた採集点 F₉, F₁₁, F₁₅, F₁₆, F₂₁ に大別されるが (Table 7)，それらは互いに混在して長期間一定水域が特定の餌種に支えられるとは考え難い。また主にプランクトンが摂食された採集点では F₁₇ を除き個体当りの平均摂食量が 8~31g で，A' 海域よりは少ないにしても他魚種に比べ大きな差はないが，魚類が主に摂食された採集点では F₉ を除き個体当りの平均摂食量が 5g 以下にすぎず，空胃個体の多いことと併せて特徴的である。F₁₁, F₁₅, F₁₆, F₁₇ では空胃率が特に高く 80% を越える。しかし摂食量の少ない F₁₅ で反当り 18.3 尾の高い漁獲密度を記録したことが注目される (Table 1)。またシロザケ・カラフトマスに比しベニザケでは，摂食量に関する採集地点間の変異と個体間の変異が大きい。

Table 10. Comparison of the mean weight of food per individual between the chum and the sockeye salmon (COCHRAN-COX method). Calculation was carried out using the values converted into square root.

| Species | Number of fishing station | Number of sample (m, n) | Sum of squares (S _x , S _y) | Variance | Mean (X̄, Ȳ) |
|---------|---------------------------|-------------------------|---|----------|--------------|
| Sockeye | 17 | 245 | 3312.13 | 13.518 | 3.52 |
| Chum | 17 | 236 | 829.07 | 3.513 | 2.67 |

$$F_0 = 3.883^{**} (F(0.01) = 1.33)$$

$$t' = 3.212^{**} (t(0.01) = 2.62)$$

$$t' = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{S_x}{m(m-1)} - \frac{S_y}{n(n-1)}}$$

Table 11. Comparison of the mean weight of food per individual between the chum and the pink salmon (COCHRAN-COX method). Calculation was carried out using the values converted into square root.

| Species | Number of fishing station | Number of sample (m, n) | Sum of squares (S _x , S _y) | Variance | Mean (X̄, Ȳ) |
|---------|---------------------------|-------------------------|---|----------|--------------|
| Chum | 15 | 209 | 621.1 | 2.921 | 3.14 |
| Pink | 15 | 184 | 1137.3 | 6.181 | 3.63 |

$$F_0 = 1.880^{**} (F(0.01) = 1.33)$$

$$t' = 2.127^{*} (t(0.05) = 1.98)$$

カラフトマス

ベニザケの項に述べたイカを主食料とする A' 海域とプランクトン・魚類を主食料とする B' 海域の区分はカラフトマスにも同様に当てはまるが、後述するように B' 海域の胃内容物組成はベニザケと多少異なるところがある。

A' 海域の標本 107 個体のうちイカを摂食していたのは 80 個体である。ついで大型魚 19 個体、端脚類 18 個体、小型魚 11 個体、オキアミ類 7 個体で空胃は 13 個体であった。摂食量では総量 2,637.5g のうちイカは 2,409.1g で全体の 91% を占める。個体当りの平均摂食量は 24.7g でベニザケの約半量である (Table 8)。

B' 海域には端脚類やオキアミ類が主に摂食された採集点 F₁₄, F₂₂, F₂₈, F₂₉ と魚類が摂食された採集点 F₁₂, F₁₃, F₁₈, F₂₅ とが混在するが、その分布はベニザケにおける分布と必ずしも一致しない。総体にシロザケが端脚類やオキアミ類を主食料とする採集点ではカラフトマスとベニザケも同一餌種を摂食するが、シロザケが翼足類を主食料とする採集点ではカラフトマスとベニザケは主に魚類を摂食する傾向がある。またベニザケが少量の魚類を摂食し高い空胃率を示す採集点でも、カラフトマスは多量の魚類を摂食して平均的な摂食量を示し、さらにベニザケに見られる空胃率の特に高い採集点も認められない。摂食された魚類はヨコスジカツカ・キタイカナゴ・カレイ類の仔魚・ハダカイワシなどで体長 10 数センチのものが多い (Table 9)。

2. 摂食量について

胃内容物について三魚種の摂食量に差があるか否かと、海域によって差があるか否かを調べた。それぞれの魚種で摂食量の頻度分布を描くと歪度の高い左傾分布を描くので平方根変換を行ない正規分布に近づけた後に検定した。魚種間の比較では二魚種がともに標本とされた採集点のみを抽出し、個体の平均摂食量に差が見られるか否かを調べた。シロザケーベニザケ間で 17 採集地点 481 個体につ

Table 12. Analysis of variance of the mean weight of food among four areas, A, B, C and D in the chum salmon. Values of food weight are converted into square roots.

| Factor | Degree of freedom | Sum of squares | Variance | F_0 |
|---------------|-------------------|----------------|----------|----------|
| Between areas | 3 | 97.20 | 32.400 | 10.163** |
| Within areas | 426 | 1357.96 | 3.188 | |
| Total | 429 | 1455.16 | | |

$$F(0.01) = 3.83$$

Table 13. Analysis of variance of the mean weight of food by the two-way layout between two species and two areas. Species: sockeye, pink; area: A', B'. The weight of food was converted into square root.

| Factor | Degree of freedom | Sum of squares | Variance | F_0 |
|-----------------|-------------------|----------------|----------|---------|
| Between species | 1 | 6.4009 | 6.4009 | 74.08** |
| Between areas | 1 | 0.8281 | 0.8281 | 9.58** |
| Interaction | 1 | 0.1681 | 0.1681 | 1.95 |
| Error | 255 | 22.0458 | 0.0864 | |
| Total | 258 | 29.4429 | | |

Table 14. Comparison of percentage of empty stomach between the chum and the sockeye salmon caught together

| | Stomach with food | Empty stomach | Total |
|---------|-------------------|---------------|-------|
| Chum | 236 | 47 | 283 |
| Sockeye | 245 | 91 | 336 |
| Total | 481 | 138 | 619 |

$$\chi_0^2 = 9.731** (\chi^2(0.01) = 6.635, df=1)$$

Table 15. Comparison of percentage of empty stomach between the chum and the pink salmon caught together

| | Stomach with food | Empty stomach | Total |
|-------|-------------------|---------------|-------|
| Chum | 209 | 25 | 234 |
| Pink | 184 | 19 | 203 |
| Total | 393 | 44 | 437 |

$$\chi_0^2 = 0.211 (\chi^2(0.05) = 3.841, df=1)$$

き摂食量 (平方根) の分散 (Variance) を比較したところ有意差 ($p < 0.01$) が認められたので, COCHRAN-COX の法により分散が異なる場合の平均摂食量の差を検定し, ペニザケ-シロザケ間に有意差を認めた (Table 10)。同様にシロザケ-カラフトマス間で 15 地点 393 個体について検定し有意差を認めた (Table 11)。またシロザケの個体当りの摂食量の差を 4 海域について検定し有意差を認めた (Table 12)。ペニザケとカラフトマスとは類似した胃内容物組成を示すため海域の区分が同一な

Table 16. Comparison of percentage of empty stomach between the sockeye and the pink salmon caught together

| | Stomach with food | Empty stomach | Total |
|---------|-------------------|---------------|-------|
| Sockeye | 136 | 16 | 152 |
| Pink | 123 | 7 | 130 |
| Total | 259 | 23 | 282 |

$$\chi_0^2 = 2.722 \{ \chi^2(0.10) = 2.706, df=1 \}$$

Table 17. Comparison of percentage of empty stomach among four areas in the chum salmon

| Area | Stomach with food | Empty stomach | Total |
|-------|-------------------|---------------|-------|
| A | 88 | 17 | 105 |
| B | 92 | 31 | 123 |
| C | 29 | 10 | 39 |
| D | 148 | 15 | 163 |
| Total | 357 | 73 | 430 |

$$\chi_0^2 = 16.249^{**} \{ \chi^2(0.01) = 11.341, df=3 \}$$

Table 18. Comparison of percentage of empty stomach in the sockeye and the pink salmon between two areas, A' and B'

1) sockeye

| Area | Stomach with food | Empty stomach | Total |
|-------|-------------------|---------------|-------|
| A' | 91 | 12 | 103 |
| B' | 63 | 79 | 142 |
| Total | 154 | 91 | 245 |

$$\chi_0^2 = 49.458^{**} \{ \chi^2(0.01) = 6.635, df=1 \}$$

2) pink

| Area | Stomach with food | Empty stomach | Total |
|-------|-------------------|---------------|-------|
| A' | 94 | 13 | 107 |
| B' | 73 | 6 | 79 |
| Total | 167 | 19 | 186 |

$$\chi_0^2 = 2.318 \{ \chi^2(0.10) = 2.706, df=1 \}$$

ので、それぞれの魚種の採集地点を海域で二分し、Table 13 に示す分散分析によって摂食量の差を検定した。その結査は魚種間、海域間ともに有意差が認められベニザケの摂食量はカラフトマスより多く、イカを主食料とする A' 海域は B' 海域より摂食量の多いことが明らかにされた。交互作用項には差が認められなかった。

3. 空胃率

魚種間あるいは棲息海域間で空胃率に差があるか否かを調べた。魚種間の比較は二魚種が混獲され

Table 19. Correlation coefficients between the percentage of empty stomach and the number of fish caught per unit net length (1 tan) at each fishing station. The coefficients were calculated by using the values of the arc-sine transformation in the percentage of empty stomach and those of the logarithmic transformation in the number of fish caught per unit net length.

| Species | Number of station | Correlation coefficient (r) | Probability for zero correlation |
|---------|-------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Chum | 30 | -0.340 | 0.05 < P < 0.10 |
| Sockeye | 17 | 0.558 | 0.01 < P < 0.05 |
| Pink | 15 | -0.402 | 0.10 < P |

Table 20. Rank of food items among three species caught together at 10 fishing stations. Figures in parentheses show the mean weight of food per individual.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Total weight | Rank correlation coefficient |
|---------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|------------------|------------------|-----------------|--------------|------------------------------|
| Chum | Euphausiid (4.83) | Copepod (4.66) | Pteropod (2.48) | Amphipod (0.87) | Fish (0.71) | Others (0.22) | Squid (-) | 13.77 | -0.277 |
| Sockeye | Squid (38.38) | Euphausiid (3.31) | Fish (1.54) | Amphipod (0.93) | Others (0.02) | Copepod (-) | Pteropod (-) | 44.18 | -0.420 |
| Pink | Squid (18.04) | Fish (3.72) | Euphausiid (1.07) | Amphipod (0.50) | Others (0.13) | Copepod (-) | Pteropod (-) | 23.46 | 0.946** |

** significant at the 1% level of significance

た採集地点だけを抜き出し、集計して χ^2 法により検定した。シロザケーベニザケ (Table 14)、シロザケーカラフトマス (Table 15)、ベニザケーカラフトマス (Table 16) 間の比較のうち、シロザケーベニザケ間にのみ有意差が認められた。またそれぞれの魚種で海域間の空胃率の差を調べたところ、シロザケとベニザケに有意差が認められ (Table 17, 18) 餌環境を異にする海域では空胃率も相違することが明らかにされた。

つぎに空胃率と魚群密度との関係を知るために空胃率と反当羅網尾数との間の相関係数を検討した (Table 19)。空胃率については逆正弦変換により、魚群密度の指標として用いた反当羅網尾数については対数変換により、それぞれの分布を正規化した後に係数を計算した。相関はベニザケの場合に 0.558 と有意な正の相関が示された。シロザケとカラフトマスではそれぞれ -0.340 ($p < 0.10$)、-0.402 ($p > 0.10$) となったが、直接的な対応ではないにしても相関が負に偏ることは、魚群が悪い餌料水域での密集を忌避する傾向を示すものとすれば興味深い。

4. 食物の類似性

SPEARMAN の順位相関係数により魚種間の胃内容物の類似性を検討した (Table 20)。三魚種がともに漁獲された 10 採集地点を抜き出し、摂食量の多い餌種から魚種別に順位を与え、次式により相関係数を計算した。

$$r = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2}{n^3 - n}, \quad (-1 \leq r \leq 1)$$

ここに n は餌種の数、 X_i, Y_i は比較する魚種の同一餌種に与えられた順位である。シロザケに対しベニザケ・カラフトマスはともに負の相関を示し類似の弱いことを示すが、負の相関の度はカラフトマスの方が強い。ベニザケとカラフトマスでは 0.946 と高い正の相関が認められた。これらのことから胃内容物の魚種間の類似はベニザケーカラフトマスが最も強く、ついで有意とは言い難いがベニザケ

一シロザケ、カラフトマス一シロザケの順であることが知られた。この結果は北西太平洋の標本を用いた ANDRIEVSKAYA (1958) が報告した類似度指数による順位と一致する。

考 察

漁業生物学的観点から見ればサケ・マスの食料研究には次のような諸問題が含まれる。

- (1) 各魚種が利用する餌生物は何か。
- (2) 各魚種の摂食量はどれ程か。それは成長や生存にとって充分か。
- (3) 魚種による餌生物の違いはあるか。また同一餌種を争う種間の競争はあるか。
- (4) 食料に関する諸要因はサケ・マスの分布洄游もしくは集群性等の生態的特性といかなる関係にあるか。

よって筆者らの得た結果からこれらの項目に関連して若干考察を進めてみたい。

1) 利用餌種について

胃内容物組成から三魚種の重要餌種を順に示せば次のようである。シロザケは端脚類・オキアミ類・翼足類・橈脚類、ベニザケはイカ・オキアミ類・端脚類・魚類、カラフトマスはイカ・魚類・端脚類・オキアミ類である。

端脚類やオキアミ類が主食料とされた C, D 海域の 175°W 以東では、三魚種の間に類似した食物組成が見られ、著しい食い分けは認められない。しかし 175°W 以西海域では餌種の分配が見られ、ベニザケとカラフトマスはイカを、シロザケは橈脚類あるいは翼足類をそれぞれ食い分けているのが認められた。またシロザケでは各餌種の摂食量に大きな差は認められないがベニザケとカラフトマスでは餌種により摂食量の差が大きく、1位のイカに対し次位の魚類やオキアミ類の摂食量はイカの1/5に満たない。

そこでこのような食い分けと利用された餌種の摂食量を併せて考慮し、それぞれの餌種に対する嗜好もしくは重要度の順位を次のように定めた。

ベニザケ・カラフトマス (1) イカ (2) 魚類・端脚類・オキアミ類 (3) その他

シロザケ (1) 端脚類・オキアミ類・翼足類・橈脚類 (2) 魚類 (3) 稚イカ

ANDRIEVSKAYA (1958) はシロザケの食物として翼足類とオキアミ類が、ベニザケとカラフトマスの食物としてオキアミ類・端脚類・魚類が重要であると述べ、伊藤 (1964) は重要な食物としてシロザケでは魚類・翼足類・端脚類・オキアミ類・橈脚類を、カラフトマスとベニザケでは魚類・イカ類・端脚類・オキアミ類をあげた。筆者らのそれぞれの魚種に対する利用餌種の分類は、イカに対する評価を除けば他の研究者の分類と基本的に一致する。筆者らの資料によればイカは他の餌種よりはるかにベニザケとカラフトマスにとって重要であると思われる。これと同様の報告は伊藤 (1964) および LEBRASSEUR (1966) に見られるが、重要と認めない報告も ANDRIEVSKAYA (1958), ALLEN & ARON (1958), 深滝 (1967) に見られる。しかし上述の研究者らは互いに異なった海域を研究の対象にしており、しかも伊藤 (1964) の報告のようにイカの貢献度は年度によって異なるとする知見もある。いうならば食物としてのイカは海域的、季節的あるいは年度的な特異性が大きいと考えられるが、これは調査時におけるイカの分布と密接に関連するからであろう。今後一層広範な調査を行ない、イカに対する位置づけを正当に吟味することが望まれる。

2) 環境における餌種の分布との関係

結果の項に述べたとおり、三魚種の摂食量には有意な差が認められ、ベニザケ・カラフトマス・シロザケの順に摂食量の多いことが明らかにされた。胃内容物組成から区分されたいくつかの海域の間には三魚種とも摂食量に差のあることが示された。摂食量に関する地点間の変異はベニザケが最も大きく、シロザケが最も小さい。空胃率に関しシロザケーベニザケ間に差が認められ、さらに両魚種で

は海域間に差のあることが明らかにされた。これらのことはすべてサケ類の摂食および捕食の能力と、利用された餌生物の分布と数度の違いから説明されるようである。端脚類・翼足類・オキアミ類・橈脚類のように小型で、しかも海洋に比較的豊富に散在するプランクトンを食料とするシロザケでは、どの個体も均等に餌をとることができ、そのために個体間や採集地点間の変異が小さいのであろう。これに反しイカや魚類を主に食料とするベニザケとカラフトマスでは餌種の分布、移動力あるいは棲息密度からみて摂食の機会が均等であることが少なく、このことが個体間や地点間の摂食量に不均衡をもたらし、さらにはベニザケの高い空胃率を結果したものと思われる。空胃率に関し有意差があるとは断定できないにしてもベニザケにカラフトマスより高い空胃率の傾向が示唆された。またベニザケには空胃率と反当羅網尾数との間に有意な正の相関が認められ、さらに魚群密度の偏在の傾向が顕著であった (Table 19)。これは餌生物や物理的な要因を含む外的条件に対する、ベニザケの適応力の狭さに基づくものであろう。その結果として最適水帯に魚群が濃集し、適水域を求める魚群の移動がおこり、あるいは環境の餌生物の密度と魚群密度との均衡が乱れたりして、これが空胃率と反当羅網尾数とに反映したためと思われる。上のことからベニザケは食物組成ではカラフトマスに類似しているにしても、魚群行動と摂餌行動においてはカラフトマスとかなり異っているということができよう。ベニザケの利用餌種数が他魚種より少ないことを報告した ALLEN & ARON (1958) の研究は上の論拠を支持するものといえる。

3) 摂食量の変異に関する要因

摂食量の多少が種の内的要因によって規定されるか、あるいは外的な餌種環境によって規定されるかを明らかにすることが必要である。

それぞれの魚種の量的な摂食能力、つまり最大摂食量を知るためにシロザケ・ベニザケ・カラフトマスの最多摂食個体を 10 位まで採録し、各個体の摂食量と餌種を Table 21 で比較した。胃の外観と伸びきった胃の内壁からみて、これらの食物を含んだ胃は飽食に近いと思われるから、表の値はそれぞれの魚種の摂食量の最大値に近い値を示すと考えてよいであろう。とすればベニザケの摂食能力はシロザケの二倍となり、カラフトマスは両者の中間に位置するとみなすことが出来る。勿論、魚体の大きさが考慮されていないから概略の比較である。

B' 海域のベニザケの摂食量はシロザケ・カラフトマスより少なく、また三魚種とも海域間には摂食量の差が認められている。食物連鎖から見て、それぞれの魚種は生活水域に特殊な餌種環境を要求すると考えられるが、前述の A'・B' 海域にみられたベニザケ・カラフトマスの摂食量の逆転とそれぞれの魚種の海域による摂食量の相違は、種の摂食能力の多少に加えて、海域の餌種環境が実際の摂食量を規定する大きな要因になることを示すものであろう。

4) 食性と魚群分布との関係

Table 22 は採集地点の反当漁獲尾数から隔離係数 (鳥居 1968) を求め海域間で比較したものである。係数の値は分布密度が機会的である場合に 1 となり、1 より大きくなれば集中分布、1 より小さければ一様分布を示す。表から魚群の分布型が海域によって相違することがわかる。シロザケでは B 海域で一様分布の傾向が、D 海域で集中分布の傾向が見られ、ベニザケでは B' 海域に顕著な集中分布の傾向が、カラフトマスでは A' 海域に一様分布の傾向が認められた。全体として見るならばこれらは餌生物の分布に対応すると考えられるかも知れない。しかしベニザケで空胃率が 80% を超え、かつ摂食量の僅少な F_{11} , F_{15} , F_{18} (B' 海域) が高い羅網尾数を記録したことは、単に餌生物の分布に対応するということではなく、低密度で一様分布の滞泳群に対して高密度で集中分布を示す移動群の存在を暗示するとも考えられる。またシロザケの B 海域とベニザケ・カラフトマスの A' 海域に認められた一様分布の傾向は、ある水域に摂餌滞留する個体が互いに一定の摂食空間を占め、過度の接近を忌避するためかも知れない。とはいえ誘引や反発のような個体間関係が存在するためには群密度が一定以上であることが必要と思われるが、一様分布の認められた海域の反当漁獲尾数は 0.33 尾 (シロザケ) 0.26

Table 21. Comparison of maximum weight (g) of the stomach contents among three species of salmon

| Chum | Sockeye | Pink |
|---------------------|-------------|-------------|
| 71.9 Euphausiid | 139.0 Squid | 111.0 Squid |
| 65.3 Amphipod | 138.0 Squid | 99.0 Squid |
| 64.7 Amphipod | 133.0 Squid | 85.9 Squid |
| 54.3 Amphipod | 129.4 Squid | 78.0 Squid |
| 53.8 Amphipod | 128.0 Squid | 75.5 Squid |
| 52.9 Fish, Amphipod | 123.3 Squid | 65.2 Squid |
| 51.1 Euphausiid | 123.0 Squid | 65.0 Squid |
| 45.5 Amphipod | 120.0 Squid | 62.4 Squid |
| 44.4 Euphausiid | 113.0 Squid | 56.1 Squid |
| 44.1 Amphipod | 108.5 Squid | 53.1 Squid |

Table 22. Comparison of the divergence coefficient of spatial distribution regarding the three salmon species, showing uniform distribution of the chum in Area B and of the pink salmon in Area A' and contagious distribution of the chum in Area D and of the sockeye salmon in Area B'. In the whole areas uniform distribution in the pink salmon and contagious distribution in the chum and the sockeye salmon

| | Area | Number of fishing station | Mean number of fish per net unit (tan) (\bar{X}) | Unbiased estimate of variance (V) | Divergence coefficient (V/\bar{X}) |
|---------|-------|---------------------------|--|---------------------------------------|--|
| Chum | A | 8 | 0.83 | 1.26 | 1.52 |
| | B | 8 | 0.33 | 0.04 | 0.12** |
| | C | 3 | 1.03 | 1.31 | 1.27 |
| | D | 11 | 2.87 | 8.43 | 2.94** |
| | whole | 31 | 1.43 | 4.43 | 3.09** |
| Sockeye | A' | 6 | 0.57 | 0.23 | 0.40 |
| | B' | 11 | 3.92 | 36.76 | 9.38** |
| | whole | 31 | 2.46 | 28.55 | 11.60** |
| Pink | A' | 7 | 0.26 | 0.07 | 0.23* |
| | B' | 8 | 0.35 | 0.30 | 0.86 |
| | whole | 31 | 0.17 | 0.10 | 0.59* |

* significantly larger or smaller than 1 at the 5% level

** significantly larger or smaller than 1 at the 1% level

尾 (ベニザケ) と近似した, しかも他海域に比べ低い値を示し, 上述の個体間関係がなり立つかどうか疑問なしとしない。総体に魚群の偏在化の傾向はベニザケ・シロザケ・カラフトマスの順に弱くなるがこれは利用される餌種範囲の広狭と餌種の分布様式に何らかの対応があるためかも知れない。とにあれ広面積の調査海域に対し僅少な調査点しか得られなかったので充分な解析はできなかったが, 今後更に魚群の分布と餌料条件との関係について一層詳細に解明する必要がある。

5) 魚種間の競争

ベニザケとカラフトマスとは食物組成がきわめて類似しており, 食料を争う種間の競争が予想されたので, 海域 A' と B' について摂食された餌種の組成百分率を三魚種間で比較した (Table 23)。A' 海域で 10% 以上摂食された餌種はベニザケとカラフトマスではイカ, シロザケではオキアミ・橈脚類・翼足類である。シロザケの餌種はベニザケとカラフトマスにはほとんど摂食されていない。また

Table 23. Percentage composition of food of three species caught together in Areas A' and B' (Area A')

| | Euphausiid | Amphipod | Fish | Copepod | Pteropod | Squid | Others | Mean weight of food |
|---------|------------|----------|------|---------|----------|-------|--------|---------------------|
| Sockeye | 1.3 | 0.5 | 2.9 | 0.0 | 0.0 | 95.3 | 0.0 | 53.2 |
| Pink | 0.7 | 1.2 | 6.6 | 0.0 | 0.0 | 91.3 | 0.2 | 24.6 |
| Chum | 12.4 | 0.0 | 2.0 | 56.1 | 28.4 | 0.0 | 1.1 | 11.5 |

(Area B')

| | Euphausiid | Amphipod | Fish | Copepod | Pteropod | Others | Mean weight of food |
|---------|------------|----------|------|---------|----------|--------|---------------------|
| Sockeye | 43.0 | 25.1 | 27.7 | 0.0 | 0.0 | 4.2 | 6.2 |
| Pink | 16.4 | 27.5 | 53.2 | 0.0 | 0.0 | 2.9 | 10.2 |
| Chum | 58.9 | 13.0 | 8.5 | 0.2 | 16.6 | 2.8 | 11.0 |

ベニザケとカラフトマスによるイカの摂食量はきわめて多く、全海域で90%を越える。これらのことから A' 海域では主食料のイカを争うベニザケとカラフトマスとの競争が予想される。西カムチャッカに回帰するカラフトマスの経年の成長とイカの豊凶との相関を指摘した伊藤 (1964) の研究は、アジヤ系のベニザケとカラフトマスの成長にイカが重要な役割を果すことを示すものである。

B' 海域では A' 海域のイカのような優占した餌種は見られず、いくつかの餌種が近似した割合で摂食されている。割合の比較からオキアミ・端脚類を争う三魚種の競争と魚類を争うベニザケとカラフトマスとの競争が予想されるが、両種とも B' 海域では A' 海域より摂食量が少ないことから、競争はことさら烈しいものと考えられる。

要 約

1. 食性を調べるために 1966 年 6 月・7 月ベーリング海の 30 地点からシロザケ・ベニザケ・カラフトマスの標本を採集し、胃内容物をオキアミ類・端脚類・小型魚・大型魚・翼足類・橈脚類・イカ類・その他の 8 項目に分けて重量を計った。
2. 餌種組成により調査水域を区分した。4 海域に区分されたシロザケの主食料は橈脚類 (A 海域)、翼足類 (B 海域)、オキアミ類 (C 海域)、端脚類 (D 海域) であった。2 海域に区分されたベニザケ・カラフトマスの主食料はイカ類 (A' 海域)、オキアミ類 (ベニザケ B' 海域)、魚類 (カラフトマス B' 海域) であった。ベニザケとカラフトマスのイカの摂食量は A' 海域で 90% を越える。
3. 個体の平均摂食量を魚種間で比較した。シロザケーベニザケ、カラフトマスーベニザケ、カラフトマスーシロザケの間に有意差が認められ、摂食量を海域間で比較した結果三魚種に有意差が認められた。
4. ベニザケーシロザケ間の空胃率に有意差が認められた。海域間で空胃率を比較した結果シロザケとベニザケに有意差が認められた。またベニザケにおいて、空胃率と反当羅網尾数との間に有意な相関関係が見出された。摂食量と空胃率は餌種の利用率と密接な関係があるものと推察された。
5. 順位相関係数で魚種間の食料の類似性を検討した。類似の強さはベニザケーカラフトマス、ベニザケーシロザケ、シロザケーカラフトマスの順であった。

6. 最多摂食個体を魚種間で比較し、順位がベニザケ・カラフトマス・シロザケの順に低下することを認めた。
7. 海域ごとに魚群の分布型が異なることと食性との関係が考察された。

文 献

- Allen, G.H. & Aron, W. (1958). Food of salmonid fish of the Western North Pacific Ocean. *U.S. Fish Wildlife Serv., Spec. Sci. Rept.* (237), 1-11.
- Andrievskaya, L.D. (1958). Ditanie tikhookeanskikh lososei v severo-zapadnoi chasti Tikhovo okeana. *Sb. Materialy Po Biologii Morskovo Period Zhizni Dalnevostostochnykh Lososei*, p. 64-75.
- Faculty of Fisheries, Hokkaido Univ. (1967) The "Oshoro Maru" Cruise 19 to the northern North Pacific and Bering Sea in June~August 1966, 9, Data on Salmon Gillnet Set. *Data record of oceanographic observation and exploratory fishing.* (11), 226-252.
- Hukataki, H. (1967). Stomach contents of the pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum), in the Japan Sea during the spring season of 1965. *Bull. Jap. Sea. Fish. Res. Lab.* (17), 49-66.
- Ito, J. (1964) Food and feeding habit of pacific salmon (genus *Oncorhynchus*) in their oceanic life. *Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab. Bull.* (29), 85-97.
- LeBrasseur, R. J. (1966) Stomach contents of salmon and steelhead trout in the Northeastern Pacific Ocean. *Jour. Fish. Res. Bd. Canada.* 23 (1) 85-100.
- 田村正・河合潜二(1953). 北海道東部沖合の鮭鱒類の天然餌料の研究. 北大水産彙報 3 (特別号), 50-55.
- 鳥居西蔵(1968). 昆虫集団の Pattern とその見わけ方, 細川隆次外: 生態学汎論. p.375-435. 東京; 養賢堂.