

## サケ科魚類の腸内細菌叢に関する研究—III

## 海洋棲息魚の腸内細菌叢

吉水 守・木村 喬久・坂井 稔

(1976年3月13日受理)

Studies on the Intestinal Microflora of Salmonids—III  
The Intestinal Microflora of Salmon Living in the Open Sea\*<sup>1</sup>Mamoru YOSHIMIZU\*<sup>2</sup>, Takahisa KIMURA\*<sup>2</sup>, and Minoru SAKAI\*<sup>2</sup>

Viable counts were determined on the intestinal contents of 4 species of salmon (33 specimens), 6 other species of fish living in the Bering Sea (14 specimens) and 7 species of fish living off the south coast of Hokkaido (12 specimens). At the same time, their ambient sea waters and several species of zoo-plankton were examined. A total of 1100 strains were isolated from the above samples. The composition of the microflora was determined according to the scheme of SHEWAN *et al.* (1960).

The results are summarized as follows:

- 1) The viable microorganisms in the intestinal contents of both the salmon and the other species of fish numbered  $10^2$  to  $10^7$  per gram.
- 2) *Vibrio* was generally predominant in the intestinal microflora of both the salmon and the other species of fish.
- 3) The intestinal microflora of the fish living in the Bering Sea differed from the microflora of their ambient sea water and the zoo-plankton.

前報<sup>1,2)</sup>までに海水飼育のサケ科魚類の腸内細菌叢は飼育水のそれと異なり、特定の細菌、すなわち *Vibrio* がその主体を成すことを報告した。しかし *Vibrio* は高温時における沿岸海水の主要な菌叢構成員と考えられていることから、<sup>3)</sup> 沿岸海域における飼育魚からは必然的に *Vibrio* が高率に検出されるものと推察されている。<sup>4)</sup>

本報では広く海産魚類の腸内菌叢においても *Vibrio* がその主体を成すものであるかどうかを知ることを目的に、外洋に遊泳するサケ科魚類ならびに外洋あるいは沿岸海域に棲息する数種の底棲魚類を対象に、それらの腸内菌数とその菌叢を観察すると共に、棲息環境水ならびに餌料生物について同様の観察を行い、以て両者間における関連性を検討したのでその結果を報告する。

## 実験方法

検体： 1974年6月、Fig. 1に示したベーリング海南部アリューシャン列島アムチトカ水道付近のA～Gの各点において、北海道大学練習船おしよる丸の流網により捕獲したサケ科魚類、すなわちベニマス (*Oncorhynchus nerka*)、サケ (*O. keta*)、カラフトマス (*O. gorbuscha*) およびマスノスケ (*O. tshawytscha*) の4種33尾ならびに1974年7月、Fig. 1に示したベーリング海南東部プリピロフ諸島東部大陸棚上のH～Kの各点および1973年9月、Fig. 2に示した北海道南部恵山沖のNo. 1～3の各

\*<sup>1</sup>: 本研究の要旨は昭和50年度日本水産学会春期大会(東京)において発表した。

\*<sup>2</sup>: 北海道大学水産学部微生物学講座(Lab. Microbiol., Fac. Fish., Hokkaido Univ., Hakodate, Hokkaido, Japan)

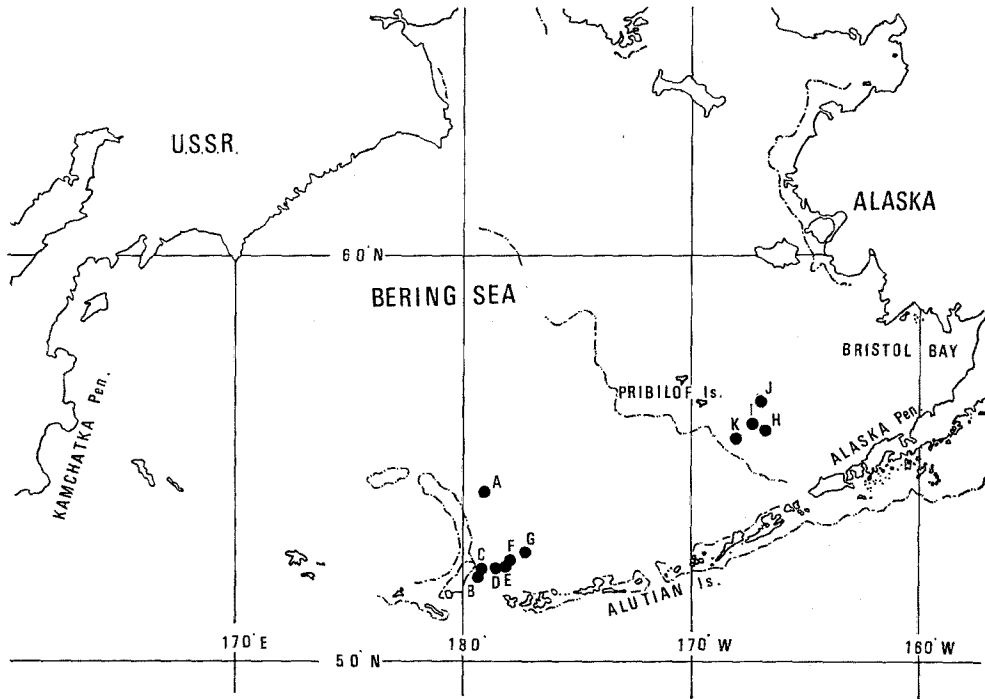


Fig. 1. Location of the sampling stations in the Bering Sea.

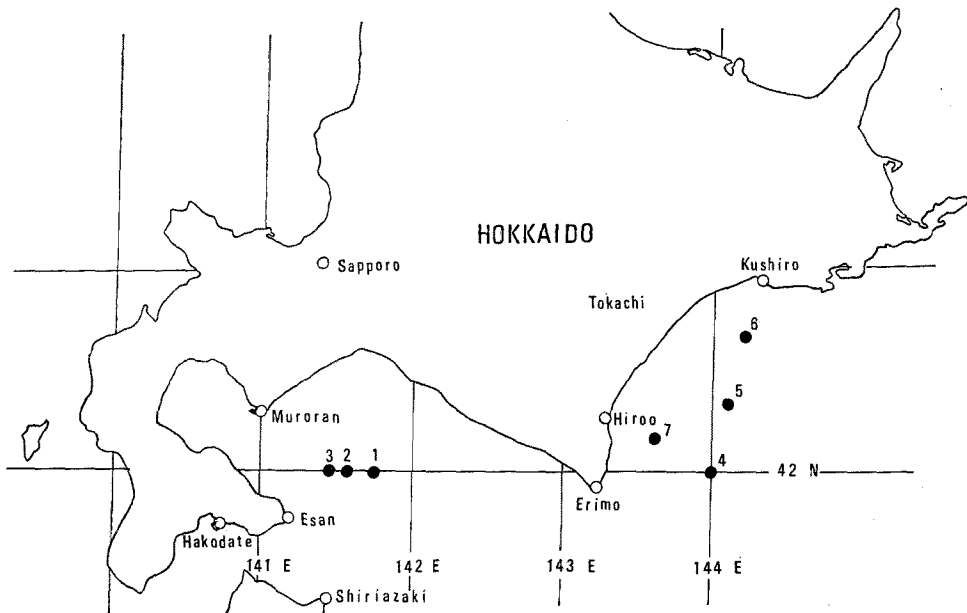


Fig. 2. Location of the sampling stations along the south coast of Hokkaido.

**Table 1.** Microbial viable counts in the intestinal contents of the salmon collected by gillnet fishing south of the Bering Sea

| fish No. | sampling     |                 | species               | body length (cm) | body weight (g) | sex               | viable counts/g.* <sup>1</sup> |      |                   |
|----------|--------------|-----------------|-----------------------|------------------|-----------------|-------------------|--------------------------------|------|-------------------|
|          | date         | station         |                       |                  |                 |                   |                                |      |                   |
| 1        | 14. June '74 | A* <sup>2</sup> | sockeye* <sup>9</sup> | 59.2             | 1840            | f* <sup>13</sup>  | $5.0 \times 10^5$              |      |                   |
| 2        |              |                 |                       | 62.0             | 3600            | m* <sup>14</sup>  | $6.9 \times 10^5$              |      |                   |
| 3        |              |                 |                       | 57.4             | 2800            | m                 | $3.9 \times 10^5$              |      |                   |
| 4        |              |                 |                       | 57.0             | 2380            | m                 | $1.2 \times 10^5$              |      |                   |
| 5        |              |                 |                       | 55.0             | 2300            | f                 | $1.6 \times 10^4$              |      |                   |
| 6        | 15.          | B* <sup>3</sup> |                       | 53.4             | 1920            | f                 | $1.6 \times 10^5$              |      |                   |
| 7        |              |                 |                       | 59.5             | 2360            | m                 | $5.6 \times 10^4$              |      |                   |
| 8        | 16.          | C* <sup>4</sup> |                       | 56.5             | 2460            | m                 | $1.9 \times 10^7$              |      |                   |
| 9        | 17.          | D* <sup>5</sup> |                       | 57.1             | 2500            | f                 | $6.3 \times 10^5$              |      |                   |
| 10       |              |                 |                       | 58.1             | 2530            | f                 | $3.9 \times 10^5$              |      |                   |
| 11       | 18.          | E* <sup>6</sup> |                       | 58.9             | 2440            | f                 | $3.5 \times 10^5$              |      |                   |
| 12       | 20.          | G* <sup>7</sup> |                       | 54.6             | 2100            | f                 | $4.6 \times 10^5$              |      |                   |
| 13       | 14. June '74 | A               | chum* <sup>10</sup>   | 53.2             | 1750            | f                 | $5.2 \times 10^5$              |      |                   |
| 14       | 15.          | B               | salmon                | 59.1             | 2400            | f                 | $1.9 \times 10^5$              |      |                   |
| 15       |              |                 |                       | 56.5             | 2300            | f                 | $6.7 \times 10^4$              |      |                   |
| 16       |              |                 |                       | 54.7             | 1950            | m                 | $3.0 \times 10^2$              |      |                   |
| 17       |              |                 |                       | 16.              | C               | 53.0              | 1760                           | f    | $6.3 \times 10^5$ |
| 18       |              |                 |                       |                  |                 | 57.3              | 2020                           | f    | $3.2 \times 10^5$ |
| 19       |              |                 |                       | 55.5             | 2100            | f                 | $1.1 \times 10^5$              |      |                   |
| 20       | 18.          | E               |                       | 48.5             | 1900            | m                 | $1.0 \times 10^5$              |      |                   |
| 21       |              |                 |                       | 59.3             | 1930            | f                 | $2.0 \times 10^5$              |      |                   |
| 22       |              |                 |                       | 56.3             | 1960            | m                 | $4.2 \times 10^4$              |      |                   |
| 23       |              |                 |                       | 57.8             | 2030            | f                 | $1.0 \times 10^5$              |      |                   |
| 24       |              |                 |                       | 20.              | G               |                   | 56.8                           | 2440 | m                 |
| 25       | 16. June '74 | C               | pink* <sup>11</sup>   | 49.5             | 1260            | m                 | $3.5 \times 10^7$              |      |                   |
| 26       | 17.          | D               | salmon                | 46.4             | 1170            | m                 | $1.9 \times 10^7$              |      |                   |
| 27       |              |                 |                       | 46.6             | 1180            | m                 | $6.7 \times 10^5$              |      |                   |
| 28       |              |                 |                       | 19.              | F* <sup>5</sup> | 47.4              | 1210                           | f    | $1.8 \times 10^7$ |
| 29       | 48.5         | 1390            | m                     |                  |                 | $2.9 \times 10^7$ |                                |      |                   |
| 30       | 43.8         | 1100            | f                     |                  |                 | $1.8 \times 10^7$ |                                |      |                   |
| 31       | 17. June '74 | D               | king* <sup>12</sup>   | 50.7             | 1500            | f                 | $1.6 \times 10^5$              |      |                   |
| 32       | 19.          | F               | salmon                | 62.8             | 2770            | f                 | $1.4 \times 10^5$              |      |                   |
| 33       |              |                 |                       | 48.7             | 1400            | m                 | $7.0 \times 10^2$              |      |                   |

cf. \*<sup>1</sup>: viable counts/g. intestinal contents.

\*<sup>2</sup>~\*<sup>3</sup>: see Fig. 1.

\*<sup>9</sup>: *Oncorhynchus nerka*.

\*<sup>10</sup>: *Oncorhynchus keta*.

\*<sup>11</sup>: *Oncorhynchus gorbuscha*.

\*<sup>12</sup>: *Oncorhynchus tshawytscha*.

\*<sup>13</sup>: female.

\*<sup>14</sup>: male.

Table 2. Generic distribution of microorganisms isolated from the intestinal contents of the salmon collected by gillnet fishing south of the Bering Sea

| fish No.*12 | sampling date | sampling station | species   | Micrococcus  | Coryneforms | Achromobacter | Flavobacterium/<br>Cytophaga | Enterobacteriaceae | Pseudomonas | Vibrio | Aeromonas | Yeast | Unclassified | Number of the isolates |    |    |
|-------------|---------------|------------------|-----------|--------------|-------------|---------------|------------------------------|--------------------|-------------|--------|-----------|-------|--------------|------------------------|----|----|
| 1           | 14. July '74  | A*1              | sockeye*8 | % 0          | 0           | 0             | 0                            | 0                  | 0           | 100    | 0         | 0     | 0            | 26                     |    |    |
| 3           |               |                  |           | 0            | 0           | 0             | 0                            | 0                  | 0           | 100    | 0         | 0     | 0            | 27                     |    |    |
| 5           |               |                  |           | 0            | 0           | 0             | 0                            | 0                  | 56          | 41     | 0         | 0     | 3            | 27                     |    |    |
| 6           |               |                  |           | 0            | 0           | 0             | 0                            | 0                  | 0           | 100    | 0         | 0     | 0            | 30                     |    |    |
| 8           |               |                  |           | 0            | 0           | 33            | 0                            | 0                  | 0           | 67     | 0         | 0     | 0            | 30                     |    |    |
| 10          | 15.           | B*2              |           | 0            | 0           | 0             | 0                            | 0                  | 100         | 0      | 0         | 0     | 30           |                        |    |    |
| 11          |               | C*3              |           | 0            | 0           | 0             | 0                            | 0                  | 100         | 0      | 0         | 0     | 30           |                        |    |    |
| 18.         |               | D*4              |           | 0            | 0           | 0             | 0                            | 0                  | 100         | 0      | 0         | 0     | 30           |                        |    |    |
| 13          | 14. July '74  | A                | chum*9    | % 0          | 0           | 0             | 0                            | 0                  | 50          | 50     | 0         | 0     | 0            | 28                     |    |    |
| 15          |               |                  |           | B            | salmon      | 0             | 0                            | 66                 | 0           | 0      | 34        | 0     | 0            | 0                      | 30 |    |
| 18          |               |                  |           | C            | 0           | 0             | 0                            | 0                  | 0           | 13     | 87        | 0     | 0            | 0                      | 30 |    |
| 20          |               |                  |           | D            | 0           | 0             | 31                           | 0                  | 0           | 0      | 69        | 0     | 0            | 0                      | 27 |    |
| 21          |               |                  |           | 0            | 0           | 0             | 0                            | 0                  | 0           | 43     | 57        | 0     | 0            | 0                      | 30 |    |
| 24          |               |                  |           | G*6          | 0           | 0             | 0                            | 0                  | 0           | 100    | 0         | 0     | 0            | 0                      | 30 |    |
| 25          |               |                  |           | 16. June '74 | C           | pink*10       | % 0                          | 0                  | 0           | 0      | 0         | 100   | 0            | 0                      | 0  | 0  |
| 26          | D             | salmon           | 0         |              |             |               | 0                            | 0                  | 0           | 0      | 100       | 0     | 0            | 0                      | 23 |    |
| 28          | F*7           | 0                | 0         |              |             |               | 0                            | 0                  | 0           | 9      | 17        | 74    | 0            | 0                      | 23 |    |
| 30          | 0             | 0                | 0         |              |             |               | 0                            | 0                  | 0           | 100    | 0         | 0     | 0            | 0                      | 30 |    |
| 31          | 17. July '74  | D                | king*11   | % 0          | 0           | 27            | 3                            | 0                  | 43          | 27     | 0         | 0     | 0            | 30                     |    |    |
| 32          |               |                  |           | F            | salmon      | 0             | 0                            | 0                  | 0           | 0      | 57        | 43    | 0            | 0                      | 0  | 14 |
| 33          |               |                  |           | 0            | 0           | 0             | 0                            | 0                  | 0           | 100    | 0         | 0     | 0            | 0                      | 13 |    |
| average*13  |               |                  |           | % 0          | 0           | 14            | 1                            | 0                  | 10          | 69     | 6         | 0     | 1            | [538]                  |    |    |

cf. \*1~\*7: see Fig. 1.

\*8~\*11: see Table 1.

\*12: see Table 1.

\*13: % in the total isolates

点において、同じくおしよる丸によりトロール漁法で捕獲した底棲魚類 12 種 26 尾、計 59 尾についてそれぞれ採捕直後船内実験室において、前報<sup>1)</sup>に準じて腸内容物を採取し培養を行った。なお各検体の詳細についてはそれぞれ Table 1, Table 3, Table 4 に示した。

棲息環境水: Fig. 1 に示した A~F の各点において JZ 式細菌用採水器<sup>9)</sup>により採取した水深 5 m の海水および Fig. 2 に示した No. 4~7 の各点において同様に水深 5 m および 100 m (No. 7 は 50 m) から採取した海水を、直ちに船内実験室において培養に供した。

餌料生物: Fig. 1 に示した A, D, E の各点において、NORPAC ネットを用い水深 50 m あるいは 30 m から海面までの垂直引きにより採取した動物プランクトンの 3 検体および Fig. 2 に示した北海道南部十勝沖の No. 4~7 の各点において同様に水深 150 m あるいは 125 m から海面までの垂直引きにより採取した動物プランクトンの 4 検体、計 7 検体より、サケ科魚類の主要な餌料生物と考えられる 4 種の動物プランクトン (*Calanus* sp., *Parathemisto* sp., *Tisanoessa* sp., *Euphausia* sp.) を直ちに船内実験室内で無菌的に選出し、それぞれ滅菌した乳鉢で摩砕後培養に供した。

**Table 3.** Microbial viable counts in the intestinal contents of several marine fish collected by trawling net fishing off the south coast of Hokkaido

| fish No. | sampling     |         | species                          | body length (cm) | body weight (g) | sex | viable counts/g.*1 |
|----------|--------------|---------|----------------------------------|------------------|-----------------|-----|--------------------|
|          | date         | station |                                  |                  |                 |     |                    |
| 1        | 7. Sept. '73 | 1*2     | Sangomenuke                      | 18.0             | 110             | f*5 | $2.1 \times 10^7$  |
| 2        |              |         | ( <i>Sebastes flameus</i> )      | 18.5             | 100             | f   | $2.7 \times 10^4$  |
| 3        | 7.           | 1       | Shirogenge                       | 52.0             | 530             | f   | $4.4 \times 10^5$  |
| 4        |              |         | ( <i>Lycogramma zesta</i> )      | 46.0             | 600             | m*6 | $4.6 \times 10^3$  |
| 5        | 7.           | 1       | Itohikidara                      | 43.0             | 400             | f   | $6.5 \times 10^3$  |
| 6        |              |         | ( <i>Laemonema longipes</i> )    | 48.0             | 500             | m   | $8.3 \times 10^3$  |
| 7        | 7.           | 2*3     | Hadakaiwashi                     | 13.5             | 23              | f   | $2.5 \times 10^5$  |
| 8        |              |         | ( <i>Diaphus coeruleus</i> )     | 15.5             | 29              | f   | $9.0 \times 10^2$  |
| 9        | 7.           | 3*4     | Aburagarei                       | 44.0             | 750             | f   | $8.0 \times 10^2$  |
| 10       |              |         | ( <i>Atheresthes evermanni</i> ) | 37.0             | 500             | m   | $2.8 \times 10^5$  |
| 11       | 7.           | 3       | Suketodara                       | 41.0             | 550             | m   | $2.0 \times 10^4$  |
|          |              |         | ( <i>Theragra chalcogramma</i> ) |                  |                 |     |                    |
| 12       | 7.           | 3       | Meganekasube                     | 65.0             | 1900            | m   | $5.9 \times 10^3$  |
|          |              |         | ( <i>Raja pulchra</i> )          |                  |                 |     |                    |

cf. \*1: viable counts/g. intestinal contents.

\*2~\*4: see Fig. 2.

\*5: female.

\*6: male.

**Table 4.** Microbial viable counts in the intestinal contents of several marine fish collected by trawling net fishing east of Pribilof Islands in the Bering Sea

| fish No. | sampling     |         | species                             | body length (cm) | body weight (g) | sex | viable counts/g.*1 |
|----------|--------------|---------|-------------------------------------|------------------|-----------------|-----|--------------------|
|          | date         | station |                                     |                  |                 |     |                    |
| 13       | 13. July '74 | H*2     | Umagarei                            | 40.0             | 550             | f*6 | $6.5 \times 10^3$  |
| 14       |              |         | ( <i>Hippoglossides elassodon</i> ) | 40.5             | 590             | m*7 | $1.9 \times 10^5$  |
| 15       |              |         |                                     | 37.8             | 460             | m   | $6.5 \times 10^2$  |
| 16       | 13.          | I *3    | Arasukashishamo                     | 21.5             | 71              | m   | $1.0 \times 10^4$  |
| 17       |              |         | ( <i>Malloius catervarius</i> )     | 23.5             | 105             | m   | $1.9 \times 10^4$  |
| 18       |              |         |                                     | 21.5             | 94              | m   | $3.8 \times 10^3$  |
| 19       | 13.          | I       | Madara                              | 46.5             | 1050            | m   | $3.1 \times 10^3$  |
| 20       |              |         | ( <i>Gadus macrocephalus</i> )      | 37.5             | 580             | f   | $1.5 \times 10^7$  |
| 21       | 14.          | J *4    | Tsunokasube                         | 44.5             | 2810            | f   | $2.2 \times 10^3$  |
| 22       |              |         | ( <i>Breviraja permifera</i> )      | 37.5             | 1270            | m   | $1.5 \times 10^3$  |
| 23       | 14.          | J       | Suketodara                          | 43.5             | 580             | m   | $4.4 \times 10^7$  |
| 24       |              |         | ( <i>Theragra chalogramma</i> )     | 45.5             | 780             | m   | $6.1 \times 10^7$  |
| 25       | 15.          | K*5     | Hakusengaji                         | 31.5             | 150             | f   | $2.7 \times 10^3$  |
| 26       |              |         | ( <i>Lycodes pleuris</i> )          | 33.0             | 160             | f   | $1.9 \times 10^3$  |

cf. \*1: viable counts/g. intestinal contents.

\*2~\*5: see Fig. 1.

\*6: female.

\*7: male.

Table 5. Generic distribution of microorganisms isolated from the intestinal contents of several marine fish collected by trawling net fishing off the south coast of Hokkaido and east of Pribilof Islands in the Bering Sea

| fish No. * <sup>1</sup> | sampling date              | sampling station | fish name                  | <i>Micrococcus</i>            | Coryneforms | <i>Actinobacter</i> | <i>Flavobacterium/</i><br><i>Cytophaga</i> | Enterobacteriaceae | <i>Pseudomonas</i> | <i>Aeromonas</i> | <i>Vibrio</i> | Yeast | Number of the isolates |    |
|-------------------------|----------------------------|------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------|---------------------|--|--------------------|--------------------|------------------|---------------|-------|------------------------|----|
| 2                       | 7. Sept. '73               | 1* <sup>1</sup>  | Sangomenuke* <sup>3</sup>  | % 0                           | 0           | 0                   | 0  | 0                  | 0                  | 50               | 50            | 0     | 16                     |    |
| 4                       |                            |                  | Shirogenge* <sup>3</sup>   | 0                             | 0           | 0                   | 0  | 0                  | 0                  | 90               | 10            | 0     | 20                     |    |
| 5                       |                            |                  | Itohidakara* <sup>3</sup>  | 0                             | 0           | 45                  | 0  | 0                  | 0                  | 0                | 55            | 0     | 20                     |    |
| 8                       |                            | 2* <sup>2</sup>  | Hadakaiwashi* <sup>3</sup> | 0                             | 6           | 0                   | 0  | 0                  | 29                 | 0                | 41            | 24    | 17                     |    |
| 10                      |                            | 3* <sup>3</sup>  | Aburagarei* <sup>3</sup>   | 0                             | 0           | 0                   | 0  | 0                  | 0                  | 0                | 100           | 0     | 17                     |    |
| 11                      | Suketodara* <sup>3</sup>   |                  | 0                          | 0                             | 0           | 0                   | 0  | 0                  | 0                  | 100              | 0             | 15    |                        |    |
| 12                      | Meganekasube* <sup>3</sup> |                  | 0                          | 0                             | 0           | 0                   | 0  | 11                 | 0                  | 89               | 0             | 18    |                        |    |
| average* <sup>9</sup>   |                            |                  |                            | % 0                           | 2           | 7                   | 0  | 0                  | 6                  | 21               | 61            | 3     | [123]                  |    |
| 13                      | 13. July '74               | H* <sup>4</sup>  | Umagarei* <sup>3</sup>     | % 0                           | 0           | 60                  | 0  | 0                  | 0                  | 0                | 40            | 0     | 25                     |    |
| 17                      |                            |                  | I* <sup>5</sup>            | Arasukashishamo* <sup>3</sup> | 0           | 0                   | 97   | 0                  | 0                  | 0                | 0             | 3     | 0                      | 29 |
| 19                      |                            |                  |                            | Madara* <sup>3</sup>          | 0           | 0                   | 0  | 0                  | 0                  | 0                | 0             | 100   | 0                      | 28 |
| 22                      | 14.                        | J* <sup>6</sup>  | Tsunokasube* <sup>3</sup>  | 0                             | 0           | 0                   | 0  | 0                  | 0                  | 0                | 100           | 0     | 30                     |    |
| 23                      |                            |                  | Suketodara* <sup>3</sup>   | 0                             | 0           | 55                  | 0  | 0                  | 0                  | 0                | 45            | 0     | 29                     |    |
| 26                      | 15.                        | K* <sup>7</sup>  | Hakusengaji* <sup>3</sup>  | 0                             | 0           | 20                  | 0  | 0                  | 0                  | 0                | 80            | 0     | 25                     |    |
| average* <sup>9</sup>   |                            |                  |                            | % 0                           | 0           | 39                  | 0  | 0                  | 0                  | 0                | 61            | 0     | [166]                  |    |

cf. \*<sup>1</sup>~\*<sup>3</sup>: see Fig. 2.

\*<sup>4</sup>~\*<sup>7</sup>: see Fig. 1.

\*<sup>3</sup>: see Table 3, and Table 4.

\*<sup>9</sup>: % in the total isolates

培地および培養条件: 生菌数測定ならびに菌株の分離には前報<sup>1)</sup>と同様の組成の海水培地を使用し, 1973年の恵山沖および十勝沖の試料は 25°C, 1974年のベーリング海の試料では 15°C でそれぞれ 5日間の好気培養を行った。分離菌株の各種性状検査には, 前述の海水培地, 同培地組成成分中の肉エキスを 0.5% の割のハートインヒューション末で置き換えた培地および ZoBell 2216 E 培地<sup>2)</sup>に glucose を 0.1% の割に添加した 3種の培地を併用した。

生菌数測定と分離菌株の分類: 生菌数の測定は前報<sup>1)</sup>に準拠し, また分離菌株の分類も前報と同様 SHEWAN らの分類方法<sup>7)</sup>により実施した。なお腸内容物および餌料生物については 1g 当り, 棲息環境水は 1 ml 当りの生菌数で示した。

## 結 果

サケ科魚類の腸内生菌数と菌叢: サケ科魚類 4種, 33尾の腸内生菌数を捕獲年月日, 魚種, 体重, 体長, 性別と共に Table 1 に示した。腸内生菌数は  $10^2 \sim 10^7/g$  の範囲でかなりの個体差がみられ, また魚種別ではカラフトマスで  $10^7/g$ , 次にベニマスで  $10^5 \sim 10^7/g$  と高い値を示し, サケで  $10^2 \sim 10^3/g$ , マスノスケでは  $10^2 \sim 10^3/g$  と少なく魚種による差違が認められ, 数値としては現わし得なかつたが, この腸内生菌数は腸内容物量に比例するような傾向がみられた。

これらサケ科魚類 4種の腸内容物に由来する計 538 株の分類結果を Table 2 に示したが, 全菌株の 69%

Table 6. Microbial viable counts in the waters collected off the south coast of Hokkaido and south of the Bering Sea

| sampling date | sampling station | depth (m) | water (°C) | viable counts (/ml) |
|---------------|------------------|-----------|------------|---------------------|
| 4. Sept. '73  | 4* <sup>1</sup>  | 5         | 14.2       | 3.5×10              |
|               |                  | 100       | —          | 3.5×10              |
| 4.            | 5* <sup>2</sup>  | 5         | 14.5       | 6.1×10 <sup>2</sup> |
|               |                  | 100       | —          | 2.5×10              |
| 5.            | 6* <sup>3</sup>  | 5         | 14.3       | 2.1×10 <sup>2</sup> |
|               |                  | 100       | —          | 2.5×10              |
| 6.            | 7* <sup>4</sup>  | 5         | 15.8       | 2.1×10 <sup>2</sup> |
|               |                  | 50        | —          | 4.0×10              |
| 13. July '74  | A* <sup>5</sup>  | 5         | 5.3        | less 5              |
| 14.           | B* <sup>6</sup>  | 5         | 5.5        | 9.2×10              |
| 16.           | C* <sup>7</sup>  | 5         | 6.0        | 5.5×10              |
| 16.           | D* <sup>8</sup>  | 5         | 6.7        | 1.8×10              |
| 18.           | E* <sup>9</sup>  | 5         | 6.6        | 6.0×10              |
| 20.           | F* <sup>10</sup> | 5         | 6.4        | 6.4×10 <sup>2</sup> |

cf. \*<sup>1</sup>~\*<sup>4</sup>: see Fig. 2.

\*<sup>5</sup>~\*<sup>10</sup>: see Fig. 1.

Table 7. Generic distribution of microorganisms isolated from the waters collected south of the Bering Sea

| sampling date         | sampling station | <i>Micrococcus</i> | Coryneforms | <i>Achromobacter</i> | <i>Flavobacterium/</i><br><i>Cytophaga</i> | Enterobacteriaceae | <i>Pseudomonas</i> | <i>Aeromonas</i> | <i>Vibrio</i> | Yeast | Number of the isolates |
|-----------------------|------------------|--------------------|-------------|----------------------|--|--------------------|--------------------|------------------|---------------|-------|------------------------|
| 14. July '74          | B* <sup>1</sup>  | % 0                | 0           | 33                   | 0  | 0                  | 66                 | 0                | 0             | 0     | 9                      |
| 16.                   | C* <sup>2</sup>  | 0                  | 0           | 29                   | 14   | 0                  | 57                 | 0                | 0             | 0     | 14                     |
| 16.                   | D* <sup>3</sup>  | 0                  | 0           | 20                   | 0  | 0                  | 80                 | 0                | 0             | 0     | 5                      |
| 18.                   | E* <sup>4</sup>  | 0                  | 0           | 0                    | 0  | 0                  | 100                | 0                | 0             | 0     | 19                     |
| 20.                   | F* <sup>5</sup>  | 0                  | 0           | 0                    | 0  | 0                  | 100                | 0                | 0             | 0     | 29                     |
| average* <sup>6</sup> |                  | % 0                | 0           | 11                   | 2  | 0                  | 87                 | 0                | 0             | 0     | [76]                   |

cf. \*<sup>1</sup>~\*<sup>5</sup>: see Fig. 1.

\*<sup>6</sup>: % in the total isolates

は *Vibrio* に属してその大半を占め、次で *Achromobacter* 14%, *Pseudomonas* 10%, *Aeromonas* 6% 等で、後述の棲息環境水および餌料生物にみられる結果とは明らかに異なつた。またこの結果を魚種別にみると *Vibrio* の占める割合はカラフトマスで 82%, ペニマス 72%, サケ 66%, マスノスケ 47% で魚種間にかんがひるにかなりの差違がみられ、前述の腸内生菌数との相関性、すなわち生菌数の多い魚種ほど *Vibrio* が腸内菌叢に占める割合の高い傾向がみられた。なおこれら *Vibrio*, *Achromobacter*, *Aeromonas* の各約 40% は発光性を有する菌株であつた。

底棲魚類の腸内生菌叢と菌叢: 恵山沖で捕獲された7種12尾の底棲魚の腸内生菌数を捕獲年月日、魚

Table 8. Microbial viable counts in the zoo-plankton collected by the NORPAC net off the south coast of Hokkaido and south of the Bering Sea

| sample No. | sampling     |                 | depth (m) | species  | viable counts/g.    |
|------------|--------------|-----------------|-----------|--|---------------------|
|            | date         | station         |           |  |                     |
| 1          | 4. Sept. '73 | 4* <sup>1</sup> | 150→0     | <i>Euphausia</i> sp.<br><i>Tissanoessa</i> sp.<br><i>Calanus</i> sp.                 | 2.4×10 <sup>6</sup> |
| 2          | 4.           | 5* <sup>2</sup> | 150→0     | "  | 6.0×10 <sup>5</sup> |
| 3          | 5.           | 6* <sup>3</sup> | 150→0     | "  | 2.3×10 <sup>6</sup> |
| 4          | 6.           | 7* <sup>4</sup> | 125→0     | "  | 3.0×10 <sup>7</sup> |
| 5          | 14. June '74 | A* <sup>5</sup> | 55→0      | <i>Calanus cristatus</i><br><i>Parathemisto pacifica</i><br><i>Calanus plumchrus</i> | 5.2×10 <sup>5</sup> |
| 6          | 17.          | D* <sup>6</sup> | 30→0      | <i>Tissanoessa</i> sp.<br><i>Euphausia</i> sp.                                       | 7.3×10 <sup>5</sup> |
| 7          | 18.          | E* <sup>7</sup> | 50→0      | <i>Calanus cristatus</i>   | 1.5×10 <sup>5</sup> |

cf. \*<sup>1</sup>~\*<sup>4</sup>: see Fig. 2.

\*<sup>5</sup>~\*<sup>7</sup>: see Fig. 1.

種、体重、体長、性別と共に Table 3 に示した。これらの腸内生菌数は、魚種、魚体、性別に関係なく 10<sup>2</sup>~10<sup>7</sup>/g の範囲でかなりの個体差が認められた。

同様にベーリング海で捕獲された 6 種 14 尾の底棲魚の腸内生菌数は Table 4 に示すごとくで、これらの腸内生菌数も恵山沖の試料と同様に 10<sup>2</sup>~10<sup>7</sup>/g の範囲でかなりの個体差が認められた。

これらの底棲魚の腸内容物に由来する計 289 株の分類結果は Table 5 に示すごとくで、恵山沖およびベーリング海のいずれの場合も分離菌株の 61% が *Vibrio* により占められ、先のサケ科魚類の場合に酷似する結果を示した。また恵山沖の底棲魚由来株では *Vibrio* に次で *Aeromonas* が 12%, *Achromobacter* 7%, *Pseudomonas* 6% 等に分類されたが、これらのうち *Aeromonas* は全て発光性を有し、またベーリング海の底棲魚由来株では *Vibrio* 以外は全て *Achromobacter* により占められその各約 40% も発光性の菌株であった。

**棲息環境水の生菌数と菌叢:** ベーリング海の A~F の各点の水深 5 m の海水および十勝沖の No. 4~7 の各点の水深 5 m および 100 m (No. 7 は 50 m) の海水の生菌数は Table 6 に示すごとくで、ベーリング海の試水は 640/ml 以下で、多くは 10<sup>1</sup>/ml のオーダーであったが、十勝沖の試水では水深 5 m の海水は 610/ml 以下であったがその大半が 10<sup>2</sup>/ml のオーダー、水深 100 m では 40/ml 以下で前者の約 1/10 程度であった。

ベーリング海の海水由来の計 76 株の分類結果は Table 7 に示すごとくで、*Pseudomonas* と *Achromobacter* の二者で 98% を占め、*Vibrio* は本実験の試水からは全く検出されなかつた。

**餌料生物の生菌数と菌叢:** ベーリング海の A, D, E の各点および十勝沖の No. 4~7 の各点において採取した動物プランクトンの生菌数を Table 8 に示した。ベーリング海の試料ではいずれも 10<sup>2</sup>~10<sup>6</sup>/g、十勝沖の試料では 10<sup>5</sup>~10<sup>7</sup>/g の範囲で、後者において若干生菌数の高い傾向がみられた。

これらの動物プランクトン由来の計 126 株の分類結果は Table 9 に示すごとくで、ベーリング海の試料は上記ベーリング海の海水における菌叢に酷似し、*Pseudomonas* および *Achromobacter* の二者で 99% を占めたが、海水から検出し得なかつた *Vibrio* が D 点の試料から若干検出された。一方十勝沖の試料では *Pseudomonas* および *Vibrio* の二者で 85% を占め、次で *Achromobacter* が 7%、その他 *Enterobacteriaceae* が検出されたが、*Vibrio* は 39% ときわめて高率であった。



Table 9. Generic distribution of microorganisms isolated from the zoo-plankton collected by the NORPAC net off the south coast of Hokkaido and south of the Bering Sea

| sample No.* <sup>3</sup> | sampling date | sampling station | <i>Micrococcus</i> | Coryneforms | <i>Achromobacter</i> | <i>Flavobacterium/<br/>Cytophaga</i> | Enterobacteriaceae | <i>Pseudomonas</i> | <i>Vibrio</i> | <i>Aeromonas</i> | Yeast | Unclassified | Number of the isolates |
|--------------------------|---------------|------------------|--------------------|-------------|----------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------|------------------|-------|--------------|------------------------|
| 1                        | 4. Sept. '73  | 4* <sup>1</sup>  | % 0                | 0           | 8                    | 0                                    | 0                  | 75                 | 0             | 0                | 0     | 17           | 12                     |
| 2                        | 4.            | 5* <sup>2</sup>  | 0                  | 0           | 23                   | 0                                    | 15                 | 9                  | 45            | 0                | 0     | 8            | 13                     |
| 3                        | 5.            | 6* <sup>3</sup>  | 0                  | 0           | 0                    | 0                                    | 0                  | 0                  | 100           | 0                | 0     | 0            | 16                     |
| 4                        | 6.            | 7* <sup>4</sup>  | 0                  | 0           | 0                    | 0                                    | 0                  | 100                | 0             | 0                | 0     | 0            | 16                     |
| average* <sup>6</sup>    |               |                  | % 0                | 0           | 7                    | 0                                    | 3                  | 46                 | 39            | 0                | 0     | 5            | [57]                   |
| 5                        | 14. July '74  | A* <sup>5</sup>  | % 0                | 0           | 100                  | 0                                    | 0                  | 0                  | 0             | 0                | 0     | 0            | 9                      |
| 6                        | 17.           | D* <sup>6</sup>  | 0                  | 0           | 0                    | 0                                    | 0                  | 97                 | 3             | 0                | 0     | 0            | 30                     |
| 7                        | 18.           | E* <sup>7</sup>  | 0                  | 0           | 0                    | 0                                    | 0                  | 100                | 0             | 0                | 0     | 0            | 30                     |
| average* <sup>6</sup>    |               |                  | % 0                | 0           | 13                   | 0                                    | 0                  | 86                 | 1             | 0                | 0     | 0            | [69]                   |

cf. \*<sup>1</sup>~\*<sup>4</sup>: see Fig. 2.

\*<sup>5</sup>~\*<sup>7</sup>: see Fig. 1.

\*<sup>3</sup>: see Table 8.

\*<sup>6</sup>: % in the total isolates

## 考 察

前報<sup>1,2)</sup>までの実験に供試した人為的飼育魚の腸内容物には  $10^4 \sim 10^6/g$  の範囲の生菌数を認めたが、本報における外洋棲息サケ科魚類 (Table 1) および数種の底棲魚類 (Table 3 および 4) においてはいずれも  $10^2 \sim 10^7/g$  の範囲で個体差が認められた。また外洋に棲息するサケ科魚類においてその腸内生菌数が腸内容物量に比例する傾向が認められたが、前報<sup>2)</sup>においても観察されたように腸内生菌数は摂餌活動に関連性を有することが推察された。

腸内菌叢についてはベーリング海および恵山沖のサケ科魚類4種および数種の底棲魚のいずれにおいても *Vibrio* の占める比率が高く、前報までの人為的飼育魚のみならず、海洋棲息魚においても一般に *Vibrio* がそれらの腸内菌叢の主体を成すことが知られた。

また十勝沖で採取した動物プランクトンからは *Vibrio* が高率に検出され (Table 9)、上記のサケ科魚類における腸内菌叢に占める *Vibrio* の比率および腸内生菌数と腸内容物量との相関性等から考察して海洋棲息魚の腸内菌叢において *Vibrio* がその主体を成すことは食物性連鎖による結果とも考えられるが、一方ベーリング海における棲息環境水および主要餌料生物からはほとんど *Vibrio* が検出されないにもかかわらず (Table 7 および 9)、同海域で捕獲されたサケ科魚類および底棲魚の腸内容物からは高率に *Vibrio* が検出され (Table 2 および 5)、後者においてはみかけ上食物連鎖との相関傾向は認められなかつた。すなわち海洋棲息魚の腸内菌叢の主体を成す *Vibrio* の来源は単に食物連鎖のみでは説明し得られず、魚体側の菌種選択能および選択された菌種の腸管内定着性あるいは増殖能などについても検討されなければならないものと考えられる。

なおベーリング海で捕獲されたサケ科魚類および底棲魚のいずれにおいてもそれらの腸内菌叢の主体を成す *Vibrio*, *Achromobacter* および *Aeromonas* の各約 40% が発光性を有したが、これらは Bergey's

Manual, 8th.<sup>8)</sup>によれば *Photobacterium* に分類されるべきものと考えられ、この点に関しては今後の検討を要する。

以上のように本報の結果は、前報までの人為的海水飼育魚の結果によく一致すると共に、*Vibrio* を海産魚の腸内菌叢の主要構成員と考える LISTON<sup>9)</sup>、奥積・堀江<sup>10)</sup>、金子<sup>4)</sup>、瀬良・木俣<sup>11)</sup>の報告、また棲息環境の菌叢に対比して海産魚類の腸内からは *Vibrio* が高率に検出されるとする COLWELL,<sup>12)</sup> SHRIVASTAVA and FLODGE,<sup>13)</sup> NEWMAN *et al.*,<sup>14)</sup> 等の報告を肯定する結果であり、さらに海産魚の腸内からは発光性菌が高率に検出されるという LISTON,<sup>15)</sup> SPENCER<sup>16)</sup> の報告にも一致する結果であった。なおベーリング海で採取した動物プランクトン試料では *Vibrio* の検出率はきわめて低かつたが、十勝沖の試料からは *Vibrio* が高率に検出され (Table 9)、我国沿岸海域では高水温期に *Vibrio* が高率に分布するという金子<sup>4)</sup>、SHIMIDU *et al.*,<sup>17)</sup> らの報告と一致する結果であった。

#### 要 約

1. ベーリング海で捕獲されたサケ科魚類4種 33尾の腸内生菌数は  $10^2 \sim 10^7/g$  の範囲でかなりの個体差が認められたが、魚種間に食性の相違によるものと考えられる差異が推察された。
2. ベーリング海および北海道沿岸に棲息するサケ科以外の数種の底棲魚類においても、魚種、魚体、性別等に無関係に腸内生菌数は  $10^2 \sim 10^7/g$  の範囲でかなりの個体差が認められた。
3. ベーリング海に棲息するサケ科魚類および底棲魚類の腸内菌叢はともに、棲息環境水および餌料生物の菌叢と明らかに異なり、一般に *Vibrio* がその主体を成すことが知られた。
4. 北海道沿岸に棲息する底棲魚類の腸内細菌叢においても、一般に *Vibrio* がその主体を成していた。

#### 謝 辞

本研究の遂行に当り、試料の採集、施設の使用に種々御援助・御便宜を頂いた北海道大学練習船おしよ丸船長藤井武治教授ならびに乗組員各位に厚く御礼申し上げる。

#### 文 献

- 1) 吉水 守・木村喬久・坂井 稔: 本誌, **42**, 91-99 (1976).
- 2) 吉水 守・木村喬久・坂井 稔: 本誌, **42**, 863-873 (1976).
- 3) 清水 潮・相磯和嘉: 本誌, **28**, 1131-1141 (1962).
- 4) 金子精一・長南茂樹・武厚文三郎・小金井正一: 日獣会誌, **22**, 15-22 (1969).
- 5) A. G. RODINA: in "Methods in Aquatic Microbiology" (ed. by R. R. COLWELL and M. S. ZAMBRUSKI) Univ. Park Press, Baltimore, Butterworths, London, 1972, pp. 17-18.
- 6) C. H. OPPENHEIMER and C. E. ZOBELL: *J. Mar. Res.*, **11**, 10-18 (1952).
- 7) J. M. SHEWAN, G. HOBBS, and W. HODGKISS: *J. appl. Bact.*, **23**, 463-468 (1960).
- 8) R. E. BUCHANAN and N. E. GIBBONS: in "Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 8th. ed." The Williams and Wilkins Co., Baltimore, 1974, pp. 340-350.
- 9) J. LISTON: *J. gen. Microbiol.*, **16**, 205-216 (1957).
- 10) 奥積昌世・堀江 進: 本誌, **35**, 93-100 (1969).
- 11) 瀬良 洋・木俣正夫: 本誌, **38**, 50-55 (1972).
- 12) R. R. COWELL: *J. appl. Bact.*, **25**, 147-158 (1962).
- 13) K. P. SHRIVASTAVA and G. C. FLODGE: *J. Mar. Biol. Ass. India.*, **8**, 1-7 (1966).
- 14) J. T. NEWMAN, J. B. COSENZA, and J. D. BUCK: *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **29**, 333-336 (1972).
- 15) J. LISTON: *J. gen. Microbiol.*, **12**, i (1954).
- 16) R. Spencer: *J. appl. Bact.*, **24**, x (1961).
- 17) U. SHIMIDU, K. ASHINO, and E. KANEKO: *Can. J. Microbiol.*, **17**, 1157-1160 (1971).