

## 夏季 Alaska灣과 Bering海의 Copepods의 分布組成

李 三 碩

國立水產振興院

### DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF COPEPODS IN THE GULF OF ALASKA AND THE BERING SEA IN SUMMER 1978

*Sam Seuk Lee*

National Fisheries Research & Development Agency

#### ABSTRACT

The materials were obtained in the eastern Gulf of Alaska and the south-eastern Bering Sea during the cruise of the research vessel, *Ohdae San*, from July to October 1978. A total of 76 samples were taken by NORPAC net from a depth of 200 meters or less in coastal areas.

1. The surface water temperature in the coastal waters, varying from 9 to 10°C, was lower than that in offshore waters which varied from 10 to 12.9°C in the eastern Gulf of Alaska. Thermocline was formed in the 30~50 meter layer. Salinity of the coastal waters of Kenai Peninsula and Kodiak was 30‰ which was slightly lower than that of offshore.

2. The water temperature of the surface layer down to 30 meters varied from 7 to 10°C and from 1 to 9°C in the layer below 30 meters in the south-eastern Bering Sea. Meandering thermal front spread from the Alaska Peninsula to St. Matthew Island by way of St. Paul, and a thermocline was found at the 30~50 meter layer. Salinity ranged from 31.0 to 33.0‰ and that of northern and coastal waters was little lower than that of offshore.

3. Zooplankton biomass fluctuated from 0.1 to 23.6cc/10m<sup>3</sup> in the eastern Gulf of Alaska and 2.0 to 26.1cc/10m<sup>3</sup> in the south-eastern Bering Sea. Plankton was rich in the following areas, the inshore Kodiak waters, the northern Bering Sea, the Coastal waters and waters adjacent to Alutian islands however, poor in the central Bering Sea. In general, the south-eastern Bering Sea has a higher concentration of plankton volume than the eastern Gulf of Alaska.

4. Twenty three species representing 17 genera of copepods were identified from the samples. These were mostly composed of the cold water species, such as *Pseudocalanus minutus*, *Acartia longiremis*, *Metridia lucens* and *Eucalanus bungii* var. *bungii*.

5. The cold oceanic species were composed of *Calanus cristatus*, *C. plumchrus*, *Metridia lucens*, *Eucalanus bungii* var. *bungii* and *Scolecithricella minor*. The cold neritic species were *Centropages abdominalis*, *Pseudocalanus minutus*, *Acartia longiremis*, *Eurytemora herdmanni*, *Pontella pulvinata*, *P. longipedata* and *Tortanus discaudatus*. On the other hand, the warm oceanic species were *Calanus tenuicornis* and *Oithona plumifera*. The cosmopolitan species were *Calanus finmarchicus* and *Oithona similis*.

6. It was suggested that the cold oceanic species, *Eucalanus bungii* var. *bungii* and *Metridia lucens* in the south-eastern Bering Sea can be recommended as a valuable indicator species for finding the fishing grounds of demersal fish such as pollock and yellowfin sole in this area.

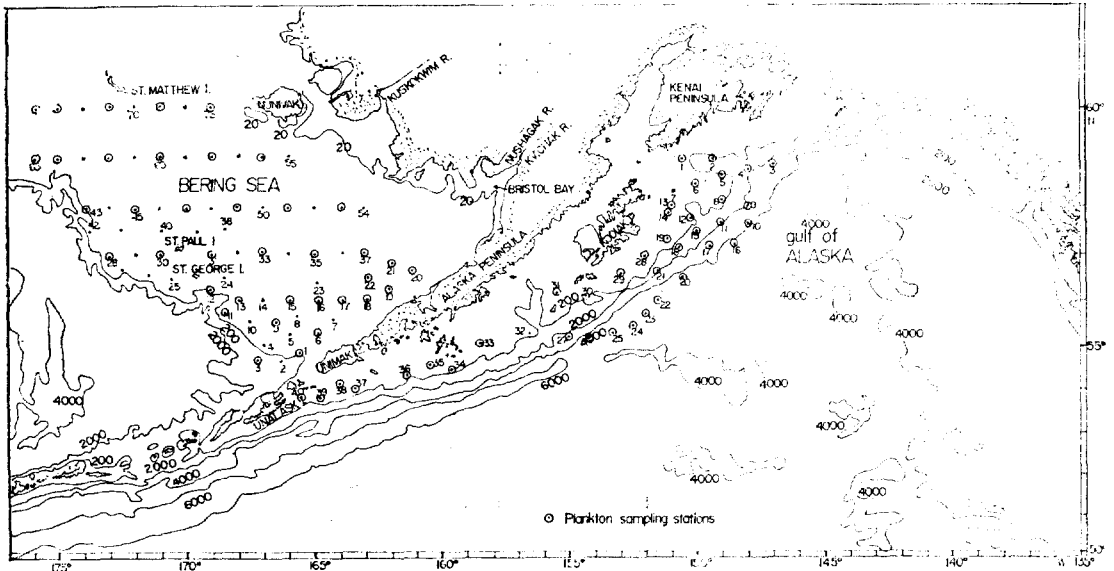


Fig. 1. Zooplankton sampling stations and bottom topography of the Gulf of Alaska and the Bering Sea, depth in meters.

## 序 論

北太平洋은 西쪽으로 Siberia 大陸과 東쪽으로 Alaska 大陸사이 에 廣大한 北太平洋 北部에 接하여 있고 이 海域은 Kamchatka 半島를 中心한 東쪽은 Bering海로 나누어지고 Alutian 列島에 依하여 東으로 Alaska灣을 形成하므로서 제각기 特異한 海洋特性을 지니고 있다.

海底地形을 보면 Alaska灣은 200m 等深線이 陸地에서 조금만 떨어지면 急傾斜를 이루고 大陸棚이 比較的 좁고 Bering海는 兩大陸 사이에 南西쪽 深海帶를 除外하고는 大陸棚이 넓게 發達하여 있다(Fig. 1).

本調査海域은 Alaska 東部沿岸과 Bering海 東南海域으로서 明太를 비롯한 各種 底棲魚族의 産卵 및 成育場인 同時에 世界 三大漁場으로서 沿岸國을 비롯한 各國 遠洋 trawl 漁船이 年中 操業하여 約 200%의 漁獲을 올리는 黃金漁場이다.

이 海域에서 Copepoda에 關한 研究는 Johnson (1953), Anraku(1954), Minoda(1958, 1971), Kawamura(1963), Omori(1965) 等에 依해서 이 록되었으나 우리나라의 學者에 依한 한編의 論

文도 지금까지 찾아볼 수 없었다.

本研究는 Alaska灣과 Bering海에 있어서 Copepods(橈脚類)의 分布組成과 海況과를 比較 考察하여 海域別 水塊指標種을 밝히고 또한 이들 水塊指標種의 分布組成과 底棲漁場과의 關係를 究明코자 한다.

## 資料 및 方法

本研究에 使用된 試料는 1978年 國立水産振興院 試驗調査事業의 一環으로 Alaska灣과 Bering海에서 底棲漁場調査時 當院 試驗調査船 五臺山號로서 同年 7月 28日부터 10月 2日까지 Alaska灣에서 38點을 採集하고 Bering海에서 38點을 採集하여 總 76點을 利用하였으며 調査海域 및 採集地點의 位置는 Fig. 1과 같다.

使用된 採集網은 NORPAC net(口徑: 45cm, 側長: 180cm, 網目: Müllergauze GG54(0.33mm))였다.

採集水深은 大部分 200m에서 表層까지, 200m以淺인 곳은 底層에서 表層까지 各各 0.5~1m/sec의 速度로 垂直引網 採集하였다.

採集된 試料는 船上에서 即時 約 5% 中性 formalin에 固定하여 實驗室에서 各 試料마다 約

2cm 以上の 大型인 *Salpa*, *Doliolum* 및 稚魚等은 選別하여 尾數를 記錄한 後 나머지 全試料는 沈澱管에 넣어서 24時間 以上 不動放置하여 沈澱量을 測定하고 Mododa式 分割器로서 檢索에 알맞는 尾數로 等分割하여 計數板에 옮겨서 OLYMPUS 解剖顯微鏡下에서 種類別로 檢索分類하였다.

分布量의 表示는 10m<sup>3</sup>當의 個體數로 換算圖示하였다.

## 結 果

### I. 海 況

#### 1. 海 流

北太平洋 海域은 여러개의 海流가 있는데 이中 오호츠크쿠릴海流(Okhotsk-Kuril current), 亞北極海流(Subarctic current), 캘리포니아海流(California current), 알라스카海流(Alaskan current), 베링海流(Bering current) 등이 있으며 그外에 地域에 따라서 地形流, 吹送流가 있다.

Fig. 2에서 보는바와 같이 日本列島를 北上하는 Kuroshio는 36°N 附近에서 東쪽으로 方向을 바꾸어 北太平洋海流로 되어 150°W 附近에 到達하여 여기서 南으로 向한다. Kuroshio의 一部는 40°N 附近까지 北上하여 Oyashio와 合流한다.

Kuroshio와 Oyashio가 混合되어 생긴 複雜하고 變化하기 쉬운 性質의 海水는 東쪽으로 移動하나 그 速度는 Kuroshio보다 大端히 느리다.

東進하는 이 海流는 180°E 附近에서 45°N까지 達하나 다시 東쪽으로 흘러 Washington洲와 Oregon洲의 西岸에서 約 300miles 떨어진 곳까지 到達한다. 여기서 두개로 갈라져 一分枝는 南下하여 캘리포니아海流가 되고 또한 枝流는 알라스카灣으로 들어간다. Kuroshio와 混合되지 않는 Oyashio 部分은 北東으로 移動하여 180°E 附近에서 Alutian 列島 南方 60miles 附近에 到達하여 Alaska灣으로 들어가 Alaska灣을 反時計 方向으로 돌아서 Alutian列島 南岸에 따른 강한 西向流 即 알라스카環流(Alaskan Gyre)를 形成한다.

Oyashio의 一部는 西部亞寒帶海流를 이루나,

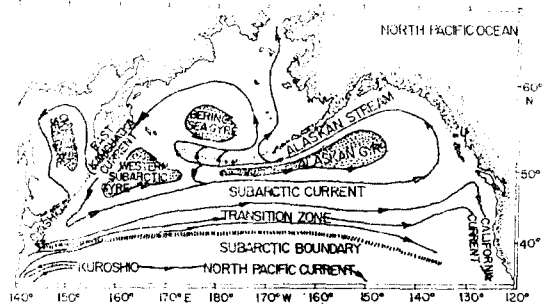


Fig. 2. Schematic diagram of surface circulation (geostrophic) relative to that at 1,000m surface, North Ocean (from Dodimead *et al.*, 1963).

그 中心은 50°N, 165°E 附近에 있다. 이 環流의 끝은 알라스카海流와 衝突하여 Alutian列島의 西端에서 Bering海로 들어가 列島의 北쪽을 向하여 北上하는 Kuroshio의 表層水와 混合된다. 그 一部는 大陸棚을 지나 北上하고 Bering海峽을 지나서 北極海로 들어가나 一部는 Bering海 環流로 吸收되고 그 外 主要部分은 Bering海岸을 反時計 方向으로 돌아 캄차카東岸 沿岸을 따라 南下하여 캄차카海流가 되어 Oyashio로 發達되고 一部는 크릴列島의 Bousole 海峽을 通過하여 오호츠크海로 流入하여 캄차카西岸을 따라 北上하여 反時計 方向의 環流를 形成하여 오호츠크海流가 되며, 이것은 繼續 反時計 方向으로 돌아서 中部 크릴列島의 海峽에서 太平洋로 들어간다 (Dodimead *et al.*, 1963)

#### 2. 水溫과 鹽分分布

##### 가. Alaska灣 海域

##### (1) 水溫分布

海流에서 說明한 바와 같이 Alaska灣은 反時計 方向으로 環流하는 Alaskan current가 있어 沿岸과 Cook 內灣에서 流入되는 陸水가 沿岸海水를 稀釋시켜 沿岸側은 鹽分과 水溫이 外海側에 比해서 大體로 낮은 傾向을 나타내고 있다.

表層水溫(0~30m)은 9~13°C 範圍로서 Kodiak을 中心한 Alaska半島 沿岸側은 9~10°C로서 比較的 낮은 Kenai半島 南方과 外洋側은 10~13°C의 溫暖한 海水로서 알라스카海流 形成前의 水塊로 보인다(Figs. 3, 4),

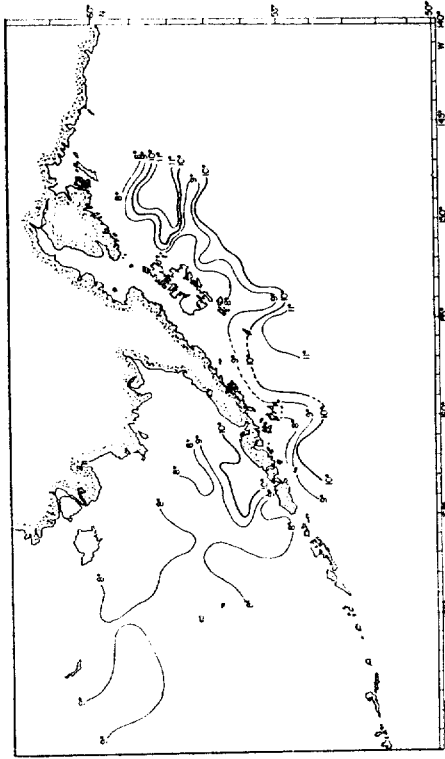


Fig. 4. Distribution of 30m layer water temperature of the Gulf of Alaska and the Bering Sea in summer 1978.

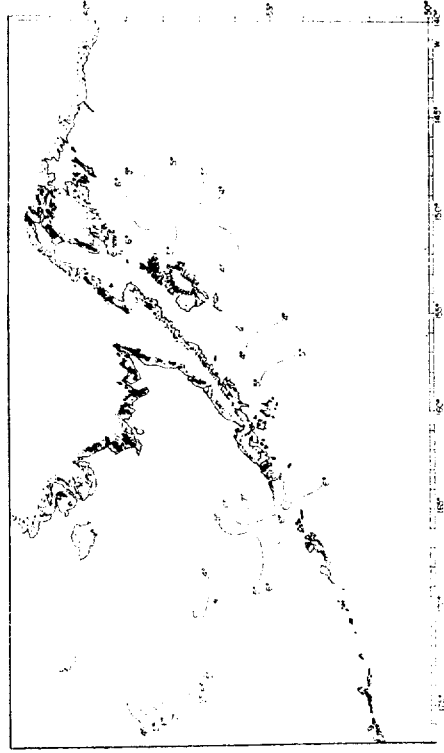


Fig. 6. Distribution of 100m layer water temperature of the Gulf of Alaska and the Bering Sea in summer 1978.

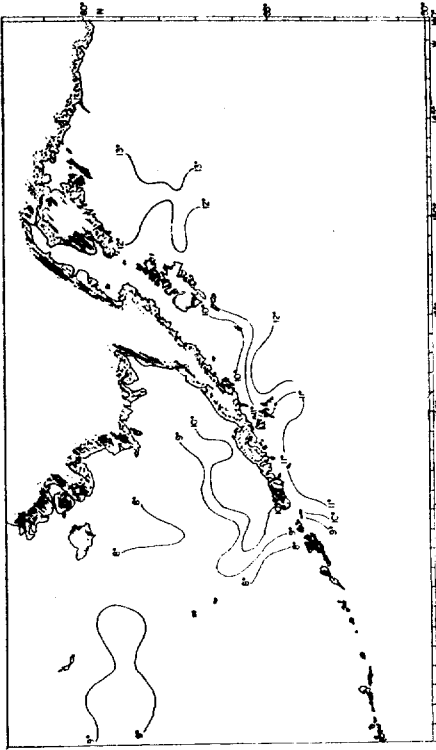


Fig. 3. Distribution of surface water temperature of the Gulf of Alaska and the Bering Sea in summer 1978.



Fig. 5. Distribution of 50m layer water temperature of the Gulf of Alaska and the Bering Sea in summer 1978.

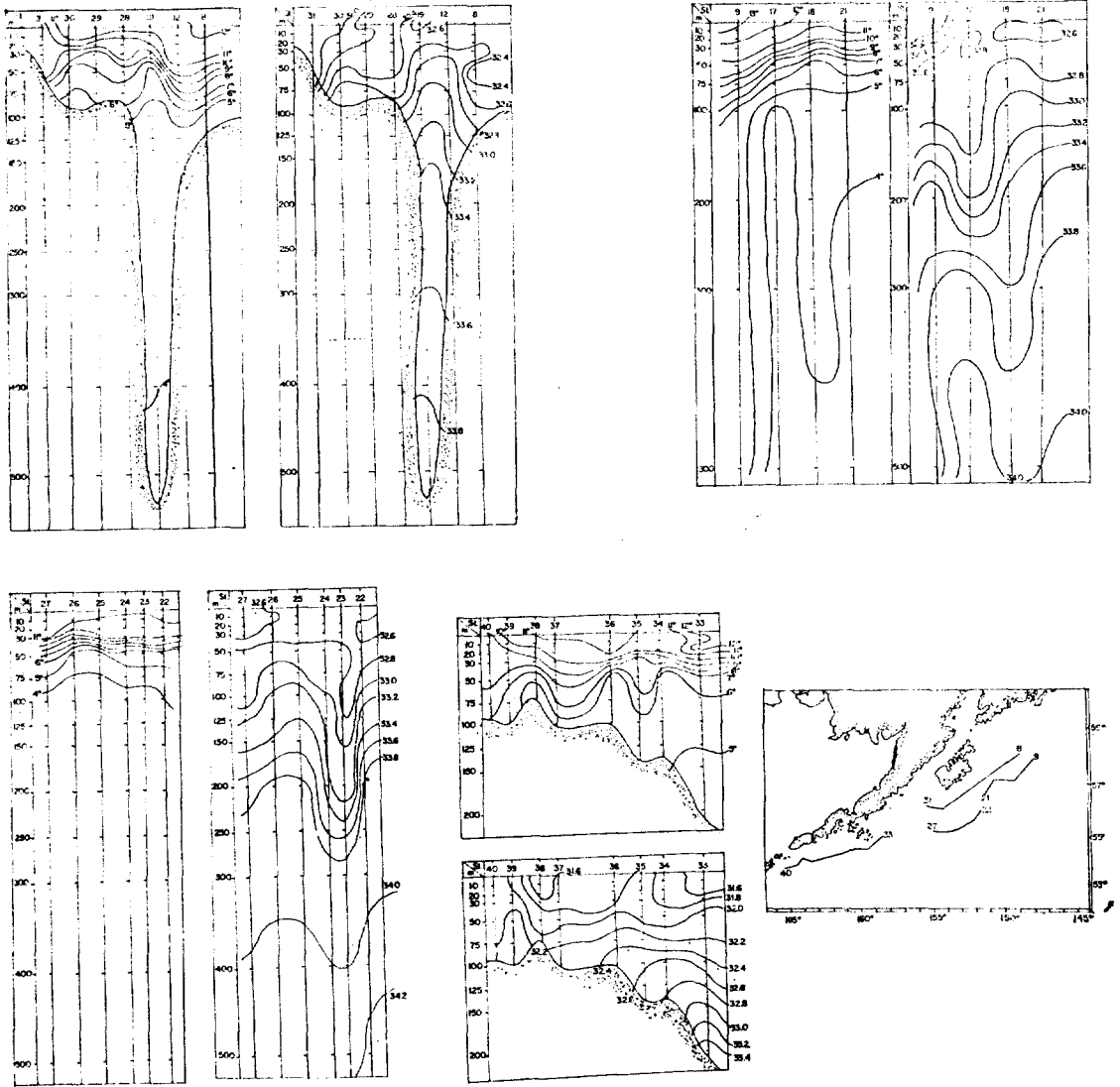


Fig. 7. Vertical distribution of temperature and salinity of the Gulf of Alaska in summer 1978.

30m層 以深부터는 水溫의 急傾斜를 나타내어 50m層에서는 5~10°C 範圍로서 Kenai半島 南方은 7~10°C이고, Alaska半島 南方은 5~8°C를 보이고 있다(Fig. 5).

100m層은 4~6°C로서 Kenai半島에서 Alaska半島에 이르는 全海域이 冷水卷으로 形成되어 低溫相을 나타내고 있다(Fig. 6).

水溫의 垂直分布는 各線 共히 大體로 30~50m層間에서 水溫躍層이 形成되고 100m 以深에서는 4~6°C의 底層水가 存在하고 海域에 따라 表層

水의 沈降과 底層水의 湧昇이 생기는 것이 特徵이다(Fig. 7).

#### (2) 鹽分分布

前述한 바와같이 Cook 內灣을 通하여 流入되는 陸水는 알라스카海流의 一部와 稀釋되어 Kodiak과 Kenai半島間 沿岸側의 表層은 30‰ 内外로서 Kodiak外海側이나 알라스카半島 沿岸側에 比해서 1~2‰程度의 低鹽相을 나타내고 있으며 알라스카半島 沿岸側이 31.6‰内外, Kodiak과 Kenai 半島間 距岸 50~60miles 外海側은 32‰

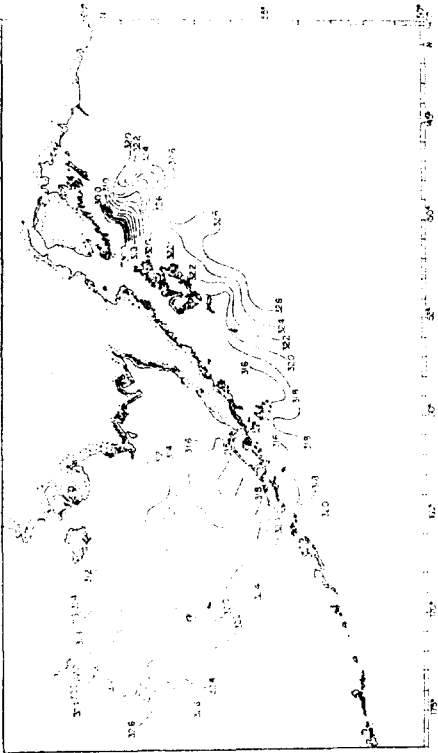


Fig. 8. Distribution of surface salinity of the Gulf of Alaska and the Bering Sea in summer 1978.

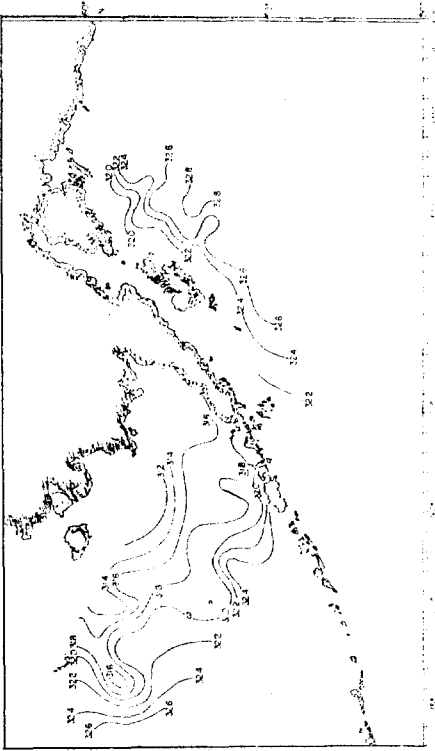


Fig. 9. Distribution of 30m layer salinity of the Gulf of Alaska and the Bering Sea in summer 1978.

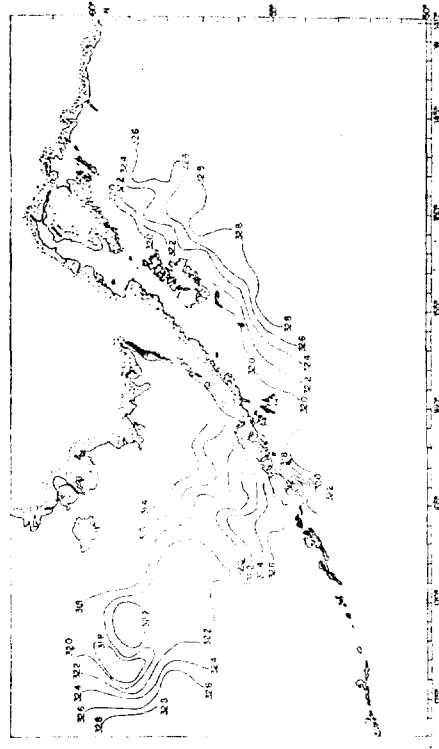


Fig. 10. Distribution of 50m layer salinity of the Gulf of Alaska and the Bering Sea in summer 1978.

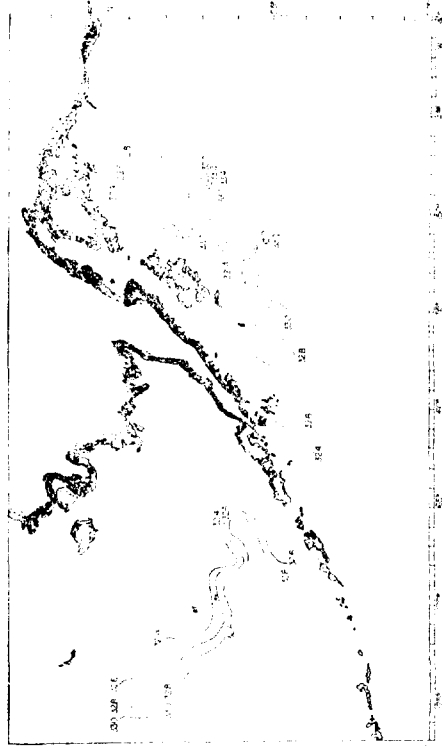


Fig. 11. Distribution of 100m layer salinity of the Gulf of Alaska and the Bering Sea in summer 1978.

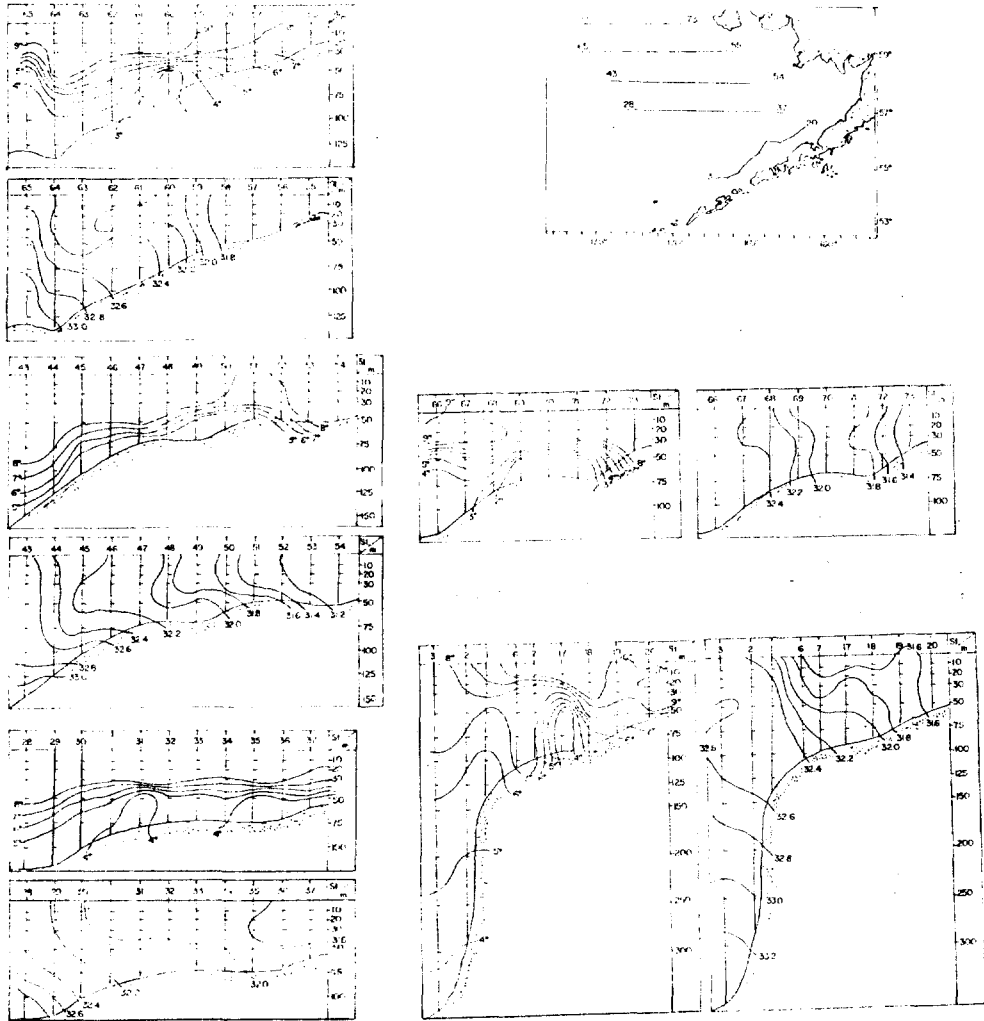


Fig. 12. Vertical distribution of temperature and salinity of the Bering Sea in summer 1978.

以上을 나타내고 있고, 그 以深層에서도 表層의 鹽分分布와 비슷한 樣相을 나타내고 있다(Figs. 8~11).

垂直分布를 보면 表層에서 50m層까지는 30.0~32.8‰로서 알라스카半島 南部沿岸 및 Cook 內灣 沿岸側이 比較的 낮은 外海側은 高鹽相이며, Cook 內灣의 陸水의 南下壓迫이 뚜렷이 나타나고 있다.

100m層부터는 鹽分의 急傾斜를 나타내어 500m層까지는 32.4~34.3‰ 範圍로서 200m層이 33.0‰ 以上이고 500m層이 34.0‰ 以上을 나타내고 있다(Fig. 7).

#### 나. Bering 海 海域

##### (1) 水溫分布

表層水溫(0~30m)은 7~10°C의 範圍로서 Alaska 半島 北端 20~30miles 以內의 海域과 St. Matthew 섬 南方은 溫暖한 알라스카灣流의 影響을 받아 St. Paul 섬 周圍보다 1~2°C 高溫相을 나타내고 있다(Figs. 3, 4).

50m層부터는 1~9°C의 水溫範圍로서 Alaska 半島에서 St. Paul 섬을 이어 St. Matthew 섬까지 蛇行線의 水溫前線을 形成하고 있으며 이는 Bering 海로부터 Bristol 灣 沿岸側까지 中層 冷水가 溫暖한 水塊를 壓迫하므로서 水溫前線이 形成

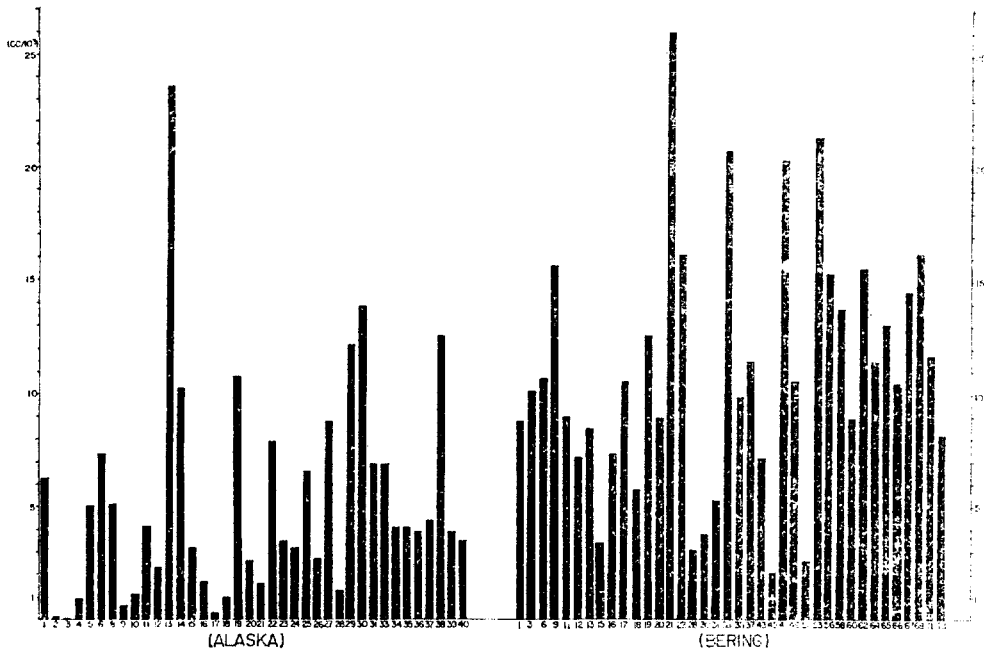


Fig. 13. Numerical abundance of zooplankton in setting volume of zooplankton of the Gulf of Alaska and the Bering Sea.

된 것이라 生覺되며, 陸棚水와 外洋水塊의 特徵을 볼 수 있는데 이는 蛇行線을 中心으로 北쪽과 內灣으로 갈수록 低溫相이고 外洋쪽으로 갈수록 高溫相을 볼 수 있다(Figs. 5, 6).

水溫垂直分布는 30~50m層間에 뚜렷한 水溫躍層을 形成한다(Fig. 12).

(2) 鹽分分布

鹽分分布圖를 보면 全層 共히 水溫과 같이 Alutian 列島에서 Bering海로 流入되는 比較的 高溫 高鹽水의 알라스카灣流의 影響으로 알라스카半島에서 St. Paul섬을 이어 西北쪽의 南쪽은 高溫相을 나타내고 있고 그 以北쪽은 南쪽에 比해서 1.0‰程度 內외의 低鹽相을 나타내고 있다.

이것은 4~5月頃부터 解氷期와 더불어 Bering海峽으로 부터 南下하는 低鹽水와 夏季 降雨로 인한 알라스카大陸의 河川으로 부터 陸水流入이 되며, 沿岸側 即 Bristol灣 沿岸에서 Nunivak섬 間의 沿岸을 따라서 南下하는 低鹽水는 Bering海의 高鹽水를 壓迫하여 兩水塊間에 等鹽線이 形成되고 있다(Figs. 8~11).

層別 鹽分分布를 보면 100m層까지는 31.0~

33.0‰로서 Unimak섬에서 St. Paul섬을 이어 그 以南側은 32.0‰ 以上을 나타내고 있으나 그 以北 沿岸側은 32.0‰ 以下를 나타내고 있으며 特別히, 沿岸가까이에서는 31.0‰ 程度로서 外海側에 比해 2.0‰ 內외의 低鹽相이었다(Fig. 12).

II. Zooplankton의 出現量과 Copepods의 出現組成 및 主要種의 分布生態

1. Zooplankton의 出現量

Zooplankton의 出現量(沈澱量)을 海域別로 보면 Alaska灣에서는 全體出現量이 0.1~23.6cc/10m<sup>3</sup> 範圍로서 北方外灣 St. 3이 가장 적고 Kodiak北端 內灣의 St. 13이 가장 많았다. Bering海에서는 2.0~26.1cc/10m<sup>3</sup>의 範圍로서 中部 外洋의 St. 45가 가장 적고 南方內灣의 St. 21에서 가장 많았다. 上記 두 海域을 比較해 보면 Bering海에서 全體平均 出現量의 約 35%가 더 많이 出現함으로써 Alaska灣 보다 Bering海가 量的으로 比較的 豊富하였다(Fig. 13).

Zooplankton의 出現量의 地理的 分布를 보면 Alaska灣에서는 Kodiak을 中心한 內灣海域이



Table 1. List of copepod species identified from the present study.

<i>Calanus</i>	<i>finmarchicus</i> (Gunnerus)
C.	<i>tenuicornis</i> (Dana)
C.	<i>cristatus</i> Kröyer
C.	<i>plumchrus</i> Marukawa
<i>Eucalanus</i>	<i>bungii</i> var. <i>bungii</i> (Johnson)
<i>Ctenocalanus</i>	<i>vanus</i> Giesbrecht
<i>Pseudocalanus</i>	<i>minutus</i> (Kröyer)
** <i>Gaetanus</i>	<i>armiger</i> Giesbrecht
<i>Euchaeta</i>	sp.
<i>Scolecithricella</i>	<i>minor</i> (Brady)
S.	<i>spinata</i> Tanaka
* <i>Scolecithrix</i>	<i>danae</i> (Lubbock)
<i>Centropages</i>	<i>abdominalis</i> Sato
* <i>Eurytemora</i>	<i>herdmanii</i> Thompson & Scott
<i>Metridia</i>	<i>lucens</i> Boeck
* <i>Pontella</i>	<i>pulvinata</i> Wilson
*P.	<i>longipedata</i> Sato
<i>Acartia</i>	<i>longiremis</i> (Lilljeborg)
* <i>Tortanus</i>	<i>discaudatus</i> (Thompson & Scott)
<i>Oithona</i>	<i>plumifera</i> Baird
O.	<i>similis</i> Claus
<i>Microsetella</i>	<i>rosea</i> Dana
* <i>Monstrilla</i>	sp.

\*\* Collected only in the Gulf of Alaska

\* Collected only in the Bering Sea

11~23.6cc/10m<sup>3</sup> 範圍로서 外灣이나 他海域에 比較해서 比較的 豊富한 편이었다. Bering海에서는 Alaska半島 中部 北側沿岸에서 Nunivak까지의 內灣이 좁은 舌狀의으로 21cc/10m<sup>3</sup> 以上을 나타내어 가장 많은 出現量을 보였으며, 또한 Alaska半島 中部 北側에서 St. Matthew섬 南西部 外洋까지 比較的 넓은 範圍에서 11~20cc/10m<sup>3</sup>를 出現함으로서 두번째로 많은 海域이었으며 이 海域들을 벗어난 外洋側은 가장 貧弱한 分布相이었다(Fig. 14).

## 2. Copepods의 出現種

本調査에서 分類查定된 種類數는 17屬 23種으로서 大部分 亞寒帶性 種으로 組成되었다(Table 1).

Alaska灣에서만 出現하는 種은 暖流種인 *Gae-*



Fig. 14. Distribution of zooplankton biomass (cc/10m<sup>3</sup>) of the Gulf of Alaska and the Bering Sea in summer 1978.

*tanus armiger* 한 種인데 反해서 Bering海에서만 出現하는 種은 沿岸冷水種과 暖流種인 *Scolecithrix danae*, *Eurytemora herdmanii*, *Pontella pulvinata*, *P. longipedata*, *Tortanus discaudatus*, *Monstrilla* sp. 等 6種이 出現하였으며 其外 種들은 兩海域 共히 分布하는 種들이었다.

이들의 地理的 分布生態에 依해서 代表的인 種들을 大別해 보면 *Calanus cristatus*, *C. plumchrus*, *Eucalanus bungii* var. *bungii*, *Metridia lucens*, *Scolecithricella minor*等은 沿岸水域보다 外洋寒流水域에서 主分布相을 나타내었으며, *Centropages abdominalis*, *Pseudocalanus minutus*, *Acartia longiremis*, *Eurytemora herdmanii*, *Pontella pulvinata*, *P. longipedata*, *Tortanus discaudatus* 等を 分布中心이 內灣 冷水域이었다.

*Calanus tenuicornis*와 *Oithona plumifera*는 外洋暖流水域에서 分布하고 또한, *Calanus finmarchicus*와 *Oithona similis*는 海況에 關係없이 內灣에서 外洋까지 高르게 分布하는 種이었다.

## 3. Copopods의 出現量

調査期間中 種類別 出現量의 全採集點에 對한 個體數는 10~167620개체/10m<sup>3</sup> 範圍로서 *Gaetanus armiger*, *Microsetella rosea* 等の 暖水種이 大體로 少量의 出現量을 보였으나 沿岸冷水種인 *Pseudocalanus minutus*가 最高의 分布量을 보였다.

優占種의 出現 比率은 *Pseudocalanus*가 54%, *Acartia longiremis*가 27%, *Metridia lucens*가

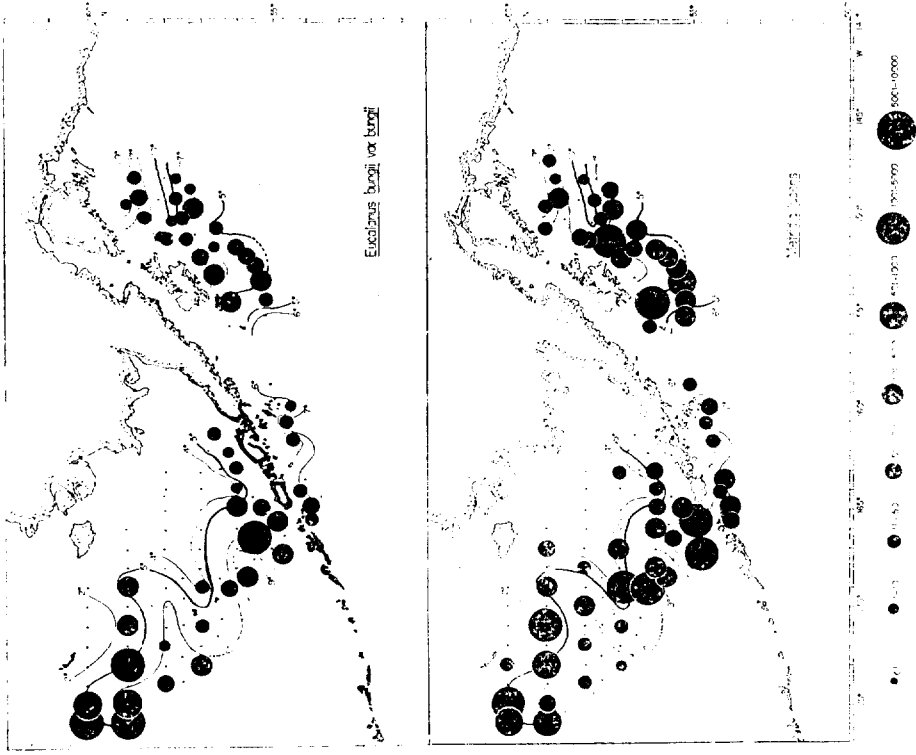


Fig. 16. Distribution and abundance of copepods of the Gulf of Alaska and the Bering Sea in summer 1978. Symbols indicate the number of individuals per 10m<sup>3</sup>.

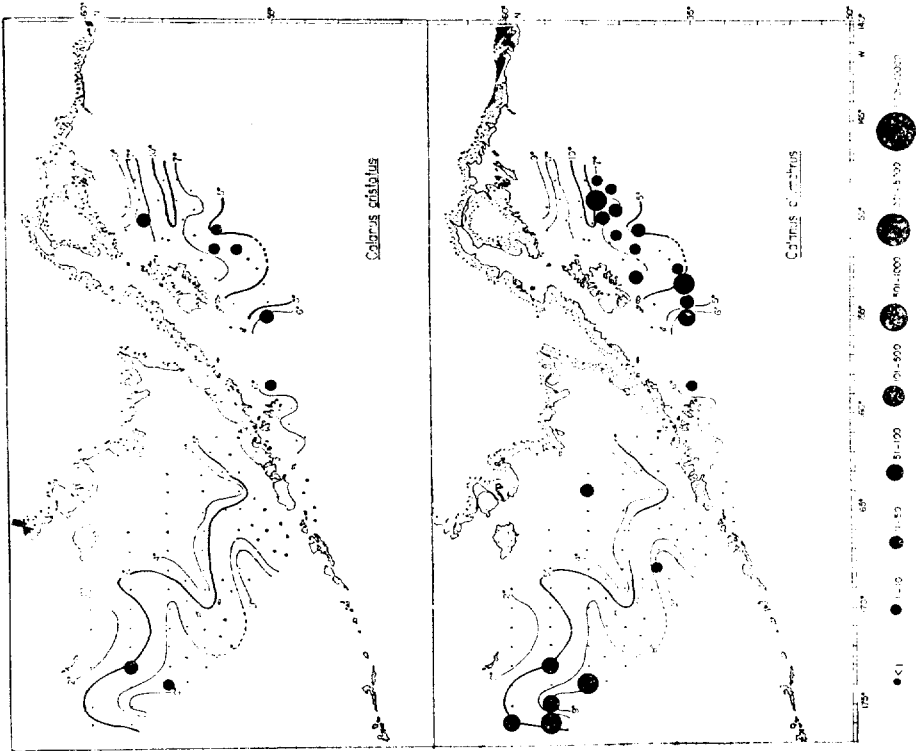


Fig. 15. Distribution and abundance of copepods of the Gulf of Alaska and the Bering Sea in summer 1978. Symbols indicate the number of individuals per 10m<sup>3</sup>.

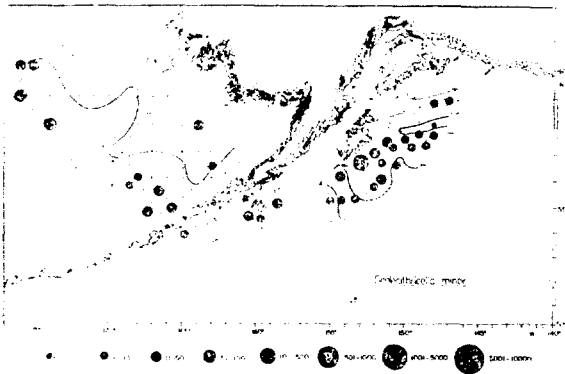


Fig. 17. Distribution and abundance of copepods of the Gulf of Alaska and the Bering Sea in summer 1978. Symbols indicate the number of individuals per 10m<sup>3</sup>.

8.1% 그리고 *Eucalanus bungii* var. *bungii*가 3.6%를 각각 나타내었다. 한편 沿岸冷水種이 他種에 比해서 量的으로 斷然 優勢함을 알수 있었다.

沿岸冷水種中 *Eurytemora herdmannii*, *Pontella pulvinata*, *P. longipedata*, *Tortanus discaudatus* 등은 Bering海 沿岸冷水域에서만 아주 稀少한 分布량을 볼 수 있었다.

4. 主要種의 分布生態

가. *Calanus cristatus* Kröyer

Alaska灣과 Bering海에서 共히 出現하며 分布량은 3~30개체/10m<sup>3</sup> 範圍로서 比較的 적은 量이 出現하였는데 Kodiak南方 St. 21이 가장 적고 Kenai半島와 Kodiak間의 St. 6이 가장 많았다.

海域別 分布를 보면 Kodiak 外洋과 Bering海 北部 外洋域에서 出現하였다(Fig. 15).

나. *Calanus plumchrus* Marukawa

兩海域에서 다 같이 出現하였고 分布량은 2~200개체/10m<sup>3</sup>로서 Alaska灣 外洋 St. 10, 16이 가장 적고 Bering海 北部 外洋 St. 43이 가장 많았다.

海域別 分布는 *Calanus cristatus*와 비슷한 分布相이었다(Fig. 15).

다. *Eucalanus bungii* var. *bungii*(Johnson)

兩海域 다 같이 出現을 볼수 있고 分布량은 3~2090개체/10m<sup>3</sup>로서 Kenai半島 아래 St. 2가 가장 적고 Bering海 北部 外洋의 St. 65가 가장 많

았으며 海域別로는 Bering海가 Alaska灣 보다 比較的 豊富하며 Alaska灣에서는 Kodiak近海와 Bering海에서는 南北의 外洋域에서 主分布相을 볼수 있고 Bering內灣域에서는 全然 나타나지 않았다(Fig. 16).

라. *Metridia lucens* Boeck

兩海域에서 出現함을 볼수 있고 分布량은 1~3020개체/10m<sup>3</sup> 範圍로서 Kenai半島와 Kodiak間 外洋의 St. 9가 가장 적고 Bering海의 Unimak 北端 St. 1이 가장 많았다.

海域別 分布는 *Eucalanus bungii* var. *bungii*의 비슷한 樣相이었다(Fig. 16).

마. *Scolecithricella minor*(Brady)

兩海域에서 다 같이 出現하였고 分布량은 1~130개체/10m<sup>3</sup>로서 Alaska灣의 外洋域인 St. 9가 가장 적고 Kodiak 沿岸 St. 29가 가장 많았다.

海域別 分布는 Alaska灣에서는 Kodiak을 中心한 外洋과 Bering海에서는 Alaska半島 北端과 北部沿岸에서 主分布相을 보였다(Fig. 17).

바. *Centropages abdominalis* Sato

兩海域 다 같이 出現을 볼수 있고 分布량은 10~520/10m<sup>3</sup> 範圍로서 Alaska灣의 St. 1, St. 39와 Bering海의 St. 16, St. 37, St. 45가 가장 적고 Bering海 沿岸 中部 St. 53이 가장 많았다.

海域別 分布相은 Alaska灣에서는 Kenai半島에서 부터 Alaska半島 南端까지 全觀測點의 沿岸域에서 出現함을 볼수 있고 Bering海에서는 Bristol灣을 中心으로한 沿岸域에서 主分布相을 볼수 있다(Fig. 18).

사. *Eurytemora herdmannii* Thompson & Scott; *Pontella pulvinata* Wilson; *P. longipedata* Sato; *Tortanus discaudatus*(Thompson & Scott)

이들 4種은 Alaska灣에서는 全然 出現을 볼수 없고 Bering海 沿岸에서만 出現하는 種類들로서 出現량은 250개체/10m<sup>3</sup> 以下の 적은 量을 나타내었으나 Bering海의 低溫低鹽의 沿岸域에서 主分布相을 볼수 있었다(Fig. 18).

아. *Pseudocalanus minutus*(Kröyer)

兩海域 다 같이 넓은 分布와 가장 많은 出現량을 볼수 있고 出現량은 10~9940개체/10m<sup>3</sup> 범위로서 Alaska灣 St 4가 가장 적고 Bering海 St. 73이 가장 많았다.

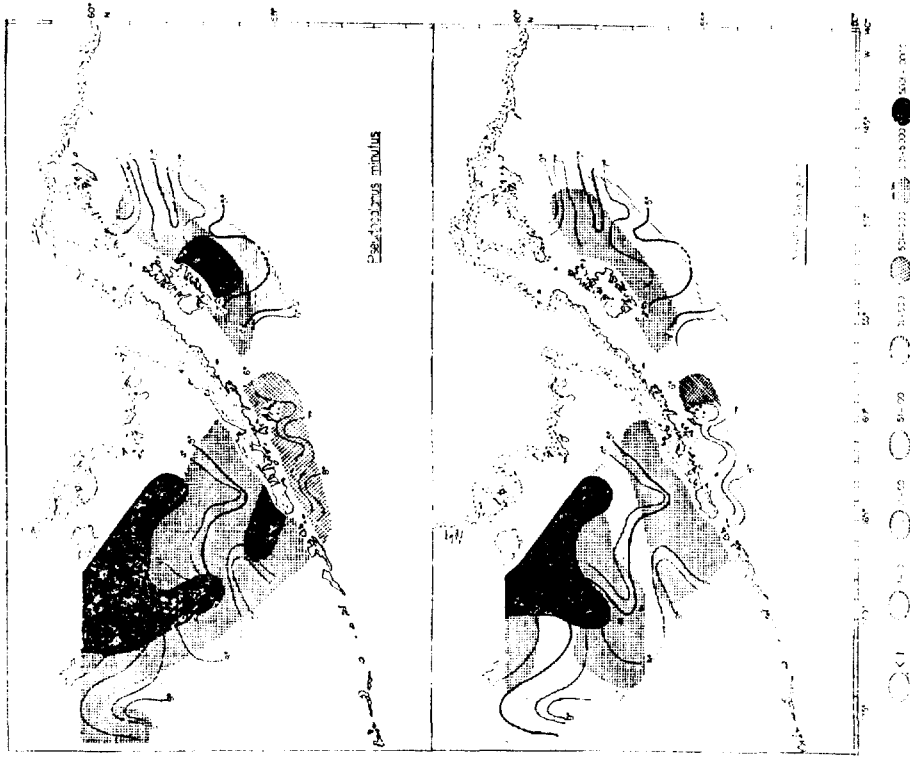


Fig. 19. Distribution and abundance of copepods of the Gulf of Alaska and the Bering Sea in summer 1978. Symbols indicate the number of individuals per 10m<sup>3</sup>.

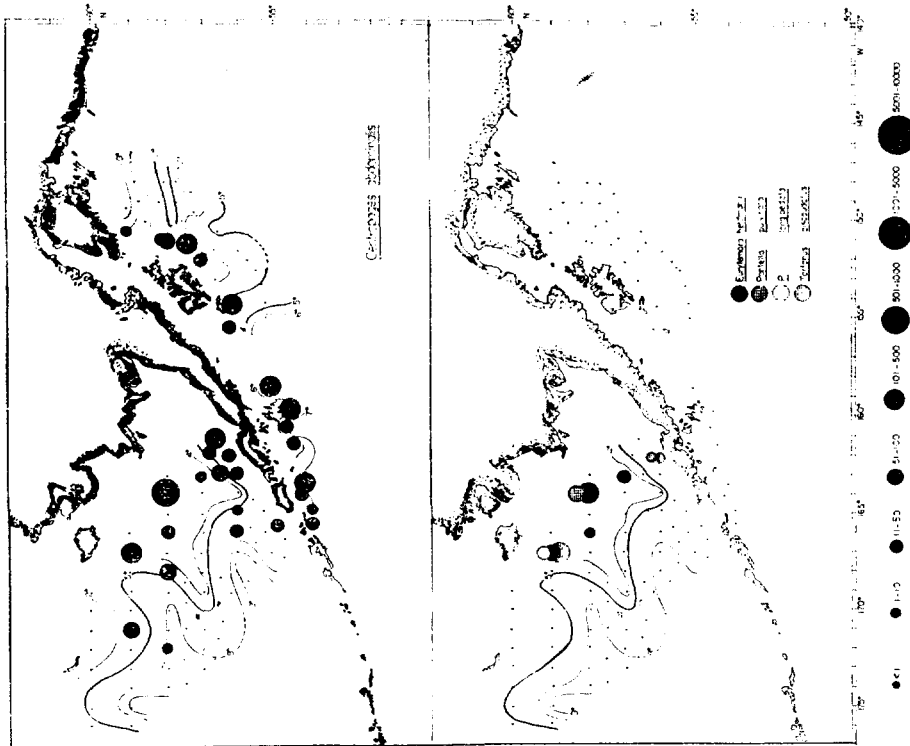


Fig. 18. Distribution and abundance of copepods of the Gulf of Alaska and the Bering Sea in Summer 1978. Symbols indicate the number of individuals per 10m<sup>3</sup>.

海域別 分布를 살펴보면 Alaska灣에서는 Kodiak을 中心으로한 沿岸域이 外洋에 比해서 豊富하고 Bering海에서도 南北의 沿岸域이 他海域에 比해서 많은 出現을 볼 수있다(Fig. 19).

자. *Acartia longiremis*(Lilljeborg)

兩海域에서 共히 넓게 分布하고 出現量도 *Pseudocalanus minutus* 다음으로 많았다.

出現量은 10~8680개체/10m<sup>3</sup>로서 Alaska灣 St. 17, St. 21, St. 24, St. 25가 가장 적고 Bering海 St. 73이 가장 많았다.

海域別 分布는 *Pseudocalanus minutus*와 비슷한 樣相이었다(Fig. 19).

차. *Calanus tenuicornis*(Dana)

兩海域에서 共히 出現을 볼수 있고 分布量은 1~280개체/10m<sup>3</sup> 範圍로서 Alaska灣 St. 3, St. 9가 가장 적고 Bering海 St. 3이 가장 많았다.

海域別 分布를 보면 Alaska灣에서는 Kodiak을 中心한 外洋域과 Bering海에서는 Alaska半島 北端近海와 北部外洋에서 分布함으로서 Bering海의 表層暖流의 北上 流入을 意味하는 것이 아닌가 生覺된다(Fig. 20).

카. *Oithona plumiferd* Baid

兩海域에서 다 같이 出現하였고 分布量은 1~1380개체/10m<sup>3</sup>範圍로서 Alaska灣 St. 9가 가장 적고 St. 29가 가장 많았다.

海域別 分布를 보면 Alaska灣에서는 Kodiak北 部에서 Alaska半島 南端까지 出現하였고 Bering海에서는 *Calanus tenuicornis*의 分布相과 비슷했다(Fig. 20).

타. *Calanus finmarchicus*(Gunnerus)

兩海域에서 出現을 볼수 있고 分布量은 2~1380개체/10m<sup>3</sup> 範圍로서 Bering海 St. 9가 가장 적고 Alaska灣 St. 29, St. 30이 가장 많았다.

Alaska灣에서는 全觀測點에서 出現하나 Kodiak을 中心으로 한 沿岸海域이 他海域에 比해서 比較的 많은 出現量을 보이고 Bering海에서는 沿岸과 外洋의 境界域에서 主分布相을 보였다(Fig. 21).

파. *Oithona similis* Claus

兩海域 다 같이 出現을 볼수 있었고 出現量은 1~670개체/10m<sup>3</sup> 範圍로서 Alaska灣 St. 9가 가

장 적고 St. 36이 가장 많았다.

Alaska灣에서는 內灣 外灣 고르게 分布하고 特別히 Alaska半島 兩端이 比較的 豊富한 便이며 Bering海에서도 全海域 고르게 分布하였다(Fig. 21)

### III. 漁場와의 關係

Bering海 東南海域의 明太(Alaska pollack)와 가자미類(Sole)는 低棲魚族中 資源量이 가장 많아서 低引網(Trawl) 漁船의 主魚獲 對象種으로서 年間 約 200萬%을 漁獲하여 產業的으로 大端히 重要한 種類이다.

이들의 分布生態를 살펴보면 明太(*Theragra chalcogramma* Pallas)는 南西部 深海帶를 除外하고 大陸棚上에 넓게 分布한다(Chang, 1974).

環境要因과 季節에 따라서 多少의 差異는 있으나 大體로 200m 等深線을 따라서 南北間 分布帶를 이루며, Unimak에서 St. Paul섬 사이의 南部海域에서 越冬과 產卵을 하며 主群은 봄과 여름철에 북쪽 St. Matthew섬, 西쪽 海域까지 等深線을 따라서 北上하고 나머지 一部群은 Bristol 沿岸을 거쳐서 主群과 合流한 후 이들은 다시 가을철에 南部海域으로 南下한다.(Takahashi et al., 1972; Maeda, 1972)

가자미類中 가장 資源量이 많은 각시가자미(*Limanda aspera*(Pallas))는 Pereyra et al. (1976)에 依하면 200m 等深線에서 沿岸쪽으로 조금 치우쳐진 얇은 곳에서 越冬하고 여름철에 Bristol灣 北쪽에서 Nunivak섬 北쪽까지의 沿岸에서 產卵한다고 한다.

이들 두 魚種을 Fishery Agency of Japan(1977)의 漁獲統計資料로서 漁場分布圖를 圖示해 보면 前述한 分布範圍와 같이 200m 等深線을 따라서 Unimak섬 近海와 St. Matthew섬 近海에서 比較的 中心漁場을 形成하였는데 이들 中心漁場과 本研究에서 究明된 外洋性寒流種인 *Eucalanus bungii* var. *bungii*와 *Metridia lucens*의 分布와 出現量의 豊度와 一致함으로서 이들 zooplankton 이 餌料生物로서 그 價値가 認定될 뿐만 아니라 漁場探索의 指標種으로서도 重要하다고 生覺된다(Fig. 22).

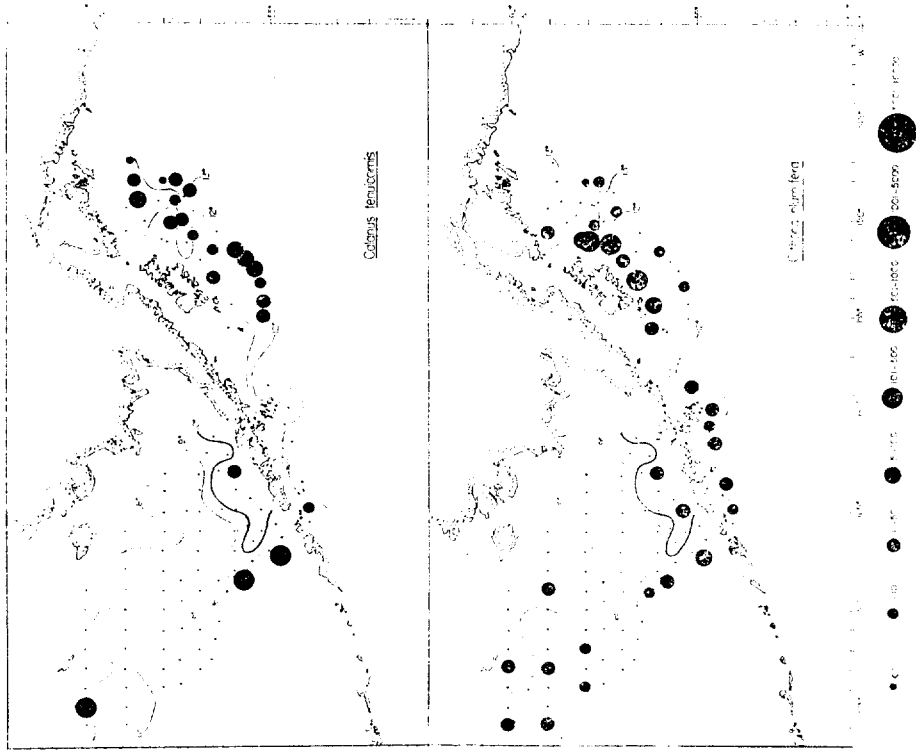


Fig. 21. Distribution and abundance of copepods of the Gulf of Alaska and the Bering Sea in summer 1978. Symbols indicate the number of individuals per 10m<sup>3</sup>.

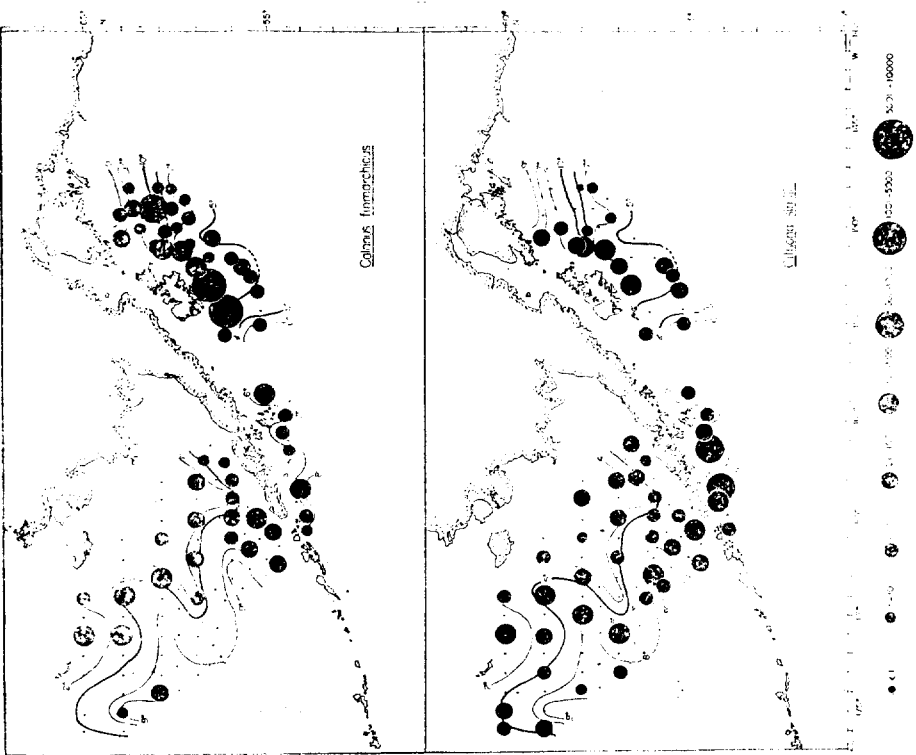


Fig. 20. Distribution and abundance of copepods of the Gulf of Alaska and the Bering Sea in summer 1978. Symbols indicate the number of individuals per 10m<sup>3</sup>.

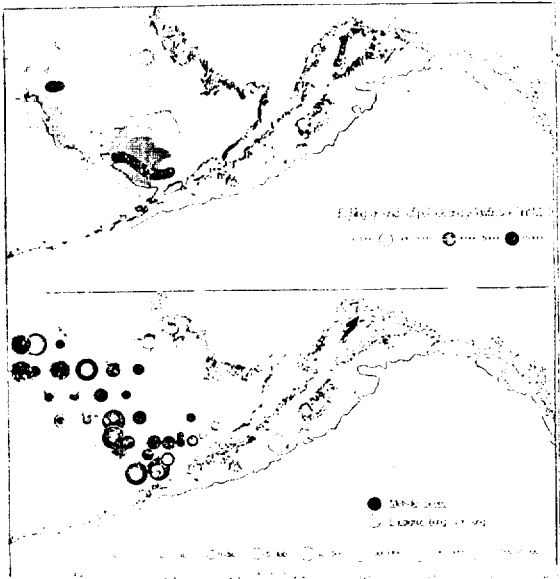


Fig. 22. Distribution of the demersal fishing grounds and the cold offshore water species of copepods in the Bering Sea.

考 察

어떤 수塊의 특성과 起源을 찾는 데 物理化學的인 性質을 가지고 밝히기 어려우나 浮遊生物의 수塊指標種을 利用하면 明確하게 찾을 수 있음을 Hardy(1936), Russell(1939) 등의 많은 學者에 依해서 일찍부터 究明되어 널리 使用되어 왔다.

本調査에서도 出現種類에 따라서 地理的 分布組成이 相異하므로 代表的인 種類의 특성과 海況과의 關係를 記述해 보면 外洋性 寒流種은 水溫이 5~9°C, 鹽分은 32.0% 以上の 外洋水域에서 主分布相을 보였으며, 沿岸性冷水種은 水溫이 2~7°C, 鹽分은 32.0% 以下の 沿岸水域에서 主分布相을 볼 수 있었다.

外洋性 暖流種은 水溫이 12~13°C, 鹽分은 32.0% 以上の 外洋水域에서 分布하였으며 Cosmopolitan species는 海況과 關係없이 內灣과 外洋에서 均하게 分布하므로서 代表的인 수塊指標種을 4 group으로 나누면 다음과 같다(Table 2).

Minoda(1971)에 依하면 Bering 海 西南部 海域의 Copepods의 垂直分布 調査結果에서 0~200m 까지 出現種數는 27種으로서 主組成種은 *Calanus*

Table 2. Indicator species groups of copepods in the Gulf of Alaska and the Bering Sea.

Cold oceanic species

- Calanus cristatus*
- C. plumchrus*
- Eucalanus bungii* var. *bungii*
- Metridia lucens*
- Scolecithricella minor*

Cold neritic species

- Centropages abdominalis*
- Pseudocalanus minutus*
- Acartia longiremis*
- Eurytemora herdmanni*
- Pontella pulvinata*
- P. longipedata*
- Tortanus discaudatus*

Warm oceanic species

- Calanus tenuicornis*
- Oithona plumifera*

Cosmopolitan species

- Calanus finmarchicus*
- Oithona similis*

*plumchrus*, *C. cristatus*, *Eucalanus bungii* var. *bungii*, *Pseudocalanus minutus*, *Metridia pacifica*, *Oithona similis* 등으로 組成되었는데 특히, *C. plumchrus*와 *C. cristatus*는 大部分 未成體가 採集되었으나 成體는 主로 200m 以深에서 採集된다고 한다.

本調査에서도 23種이 出現함을 볼 수 있고 主組成種도 비슷하나 *C. plumchrus*와 *C. cristatus*는 200m 以淺에서 主로 採集되었기 때문에 未成體였고 量的으로도 比較的 貧弱함을 볼 때 沿岸보다 外洋이 主 分布水域인 것 같다.

Omori(1965)는 Bristol 灣에서 *Pseudocalanus minutus*와 *Acartia longiremis*가 主組成種 乃至 沿岸種으로서 最高出現量은 10000개체/10m<sup>3</sup>이며 그리고 *Calanus finmarchicus*와 *Centropages abdominalis*도 沿岸種으로서 上記 2種과 비슷한 分布限界를 가진다고 한다.

本調査와 比較해 보면 優占種의 組成이 같고 最高出現量도 9940개체/10m<sup>3</sup>가 나타나서 上記의 出現量과 아주 一致함을 알 수 있었다.

Omori(1965)는 *C. finmarchicus*와 *C. pacificus*를 體長에 依해서 두種으로 分類하여 前者는 沿岸種 後者는 外洋種으로 밝혔으나 本人은 두種으로 區分하지 않고 *C. finmarchicus* 한種으로 分類하였으므로 分布範圍는 Fig. 21과 같이 沿岸과 外洋에서 分布하였으므로 Cosmopolitan species로 取扱하였다. 그리고 特記할 것은 *Eurytemora herdmanii*, *Pontella pulvinata*, *P. longipedata*, *Tortanus discaudatus* 등은 出現하지 않는다고 하나 本人의 調査結果에 依하면 이 種들은 Bering海 沿岸에서만 稀少하게 出現하는 代表的인 沿岸性冷水種의 水塊指標種임을 알수 있었다.

## 要 約

1. 本調査에서 使用된 試料는 1978年 7月 28日에서 同年 10月 2日까지 國立水產振興院 試驗調査船 五台山號로서 Alaska東部 沿岸에서 38點과 Bering海 東南海域에서 38點을 各各 採集하여 總 76點의 試料를 利用하였다.

採集網은 Norpac net로서 水深이 얇은 沿岸域에서는 底層에서 表層까지, 200m 以深인 곳은 200m에서 表層까지 垂直引網 採集하였다.

2. Alaska灣의 水溫分布는 表層水溫이 9~10°C, 外海側이 10~12.9°C 範圍로서 沿岸이 낮고 外洋이 높았다. 30~50m 層間에 水溫躍層을 形成하였고, 鹽分濃度는 Kodiak과 Kenai半島間 沿岸側이 30.0% 內外로서 外海側에 比해서 1~2%程度 低鹽相이었다.

3. Bering海의 表層(0~30m)의 水溫分布는 7~10°C, 30m 以深은 1~9°C의 範圍로서 Alaska半島에서 St. paul섬을 이어 St. Matthew섬까지 蛇行線의 水溫前線을 볼수있고 30~50m 層間에 水溫躍層을 形成하였다. 鹽分分布 範圍는 31.0~33.0%로서 北部海域과 沿岸海域이 外洋側에 比해서 多少 低鹽相이었다.

4. 動物性 浮遊生物의 出現量은 Alaska灣에서 0.1~23.6cc/10m<sup>3</sup>, Bering海에서 2.0~26.1cc/10m<sup>3</sup>의 範圍로서 Alaska灣보다 Bering海가 比較的 豊富한 便이었다.

5. 本調査에서 分類查定된 Copepods의 種類數는 17屬 23種으로서 大部分 寒海性種이었고 優占

種은 *Pseudocalanus minutus*, *Acartia longiremis*, *Metridia lucens* *Eucalanus bungii* var. *bungii*의 順으로 優勢하였다.

6. 代表的인 水塊指標種을 들어보면 外洋性 寒流種은 *Calanus cristatus*, *C. plumchrus*, *Metridia lucens*, *Eucalanus bungii* var. *bungii*, *Scolecithricella minor* 등이고, 沿岸性 冷水種은 量的으로 豊富한 *Centropages abdominalis*, *Pseudocalanus minutus*, *Acartia longiremis*와 量的으로 稀少한 *Eurytemora herdmanii*, *Pontella pulvinata*, *P. longipedata*, *Tortanus discaudatus* 등이며, 反面에 外洋性 暖流種은 *Calanus tenuicornis*, *Oithona plumifera*이고 Cosmopolitan species는 *Calanus finmarchicus*와 *Oithona similis* 등을 들수 있다.

*Eurytemora herdmanii*, *Pontella pulvinata*, *P. longipedata*, *Tortanus discaudatus* 등의 4種은 Bering海 東南沿岸에서 처음으로 記錄되는 種類이다.

7. 本調査에서 究明된 特記事項은 Bering海에서 外洋性 寒流種인 *Eucalanus bungii* var. *bungii*, *Metridia lucens*의 分布海域이 明太가 자미 등 底棲魚族의 中心漁場 形成과 一致하므로서 本研究은 魚族의 洄遊移動 究明과 中心漁場 探索에 指針이 될수 있다.

## 謝 意

本研究을 遂行함에 있어 計劃樹立과 研究方向을 指導하여 주신 國立水產振興院 環境調査科長 朴周錫 博士와 貝藻類科 許宗秀科長님께 感謝를 드리며 資料 採集時 協助하여 주신 當時 調査員 여러분과 資料整理에 始終 手苦하여 주신 環境調査科 李三根氏 尹美鈴嬢 그리고 文正雄氏 諸位에게 深深한 謝意를 表하는 바입니다.

## 參 考 文 獻

- Anraku, M. 1954. Gymnoplea Copepoda collected in Aleutian waters in 1953. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 5(2):123-136.
- Chang, S. 1974. An evaluation of eastern Bering



- Sea fisheries for Alaska Pollack (*Theragra chalcogramma* Pallas): Population dynamics. Univ. Washington, Ctr. for quant. Sc., NORFISH Rep. NLII, 313.
- Dodimead, A.J., F. Favorite and T. Hirano 1963. Review of Oceanography of the Subarctic Pacific region. Bull. 13, Int. North Pac. Fish. Comm., 1-195.
- Fishery Agency of Japan 1977. Outline of Japanese Groundfish fishery in the Bering Sea, 1976, 1-29.
- Hardy, A.C 1936. Observations on the uneven distribution of oceanic plankton. Discovery Rep., 11: 511-538.
- Johnson, M.W. 1953. Studies on plankton of the Bering and Chukchi Seas and adjacent areas. Proc. 7th Pac. Sci. Cong., 4:480-500.
- Kawamura, T. 1963. Preliminary survey of primary production in the northern North Pacific and Bering Sea, June-August, 1960. (in Japanese) Inform. Bull. Planktol. Japan, 10:28-35.
- Maeda, T. 1972. Fishig grounds of the Alaska pollock, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 38:362-371.
- Minoda, T. 1958. Report from the "Oshoro Maru" on oceanographic and biological investigations in the Bering Sea and northern North Pacific in the summer of 1955. V. Observations on copepod community. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 8(4): 253-263.
- Minoda, 1971. Pelagic copepoda in the Bering Sea and the northwestern North Pacific with special reference to their vertical distribution. Mem. Fac. Fish. Hokkaido. Univ., 18(1-2):1-74.
- Omori, M. 1965. The distribution of zooplankton in the Bering Sea and northern North Pacific, as observed by high-speed sampling of the surface waters, with special reference to the copepods. J. Oceanogr. Soc. Japan, 21(1):18-27.
- Pereyra, T., J.E. Reeves and R.G. Bakkala 1976. Demersal fish and shellfish resources of the eastern Bering sea in the base line year 1975. Northwest & Alaska Fish. Center Processed Report, 1-619.
- Russell, F.S. 1939. Hydrographical and biological conditions in the North Sea as indicated by plankton organisms. J. Cons. Int. Explor. Mer, 14(2):171-192.
- Takahashi, T. and H. Yamaguchi 1972. Stock of the Alaskan Pollack in the eastern Bering Sea. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 38(4):418-419.