

大韓海峽의 浮游性 毛顎類의 垂直分布와 水塊 流動

朴 周 錫

國立水產振興院

THE DISTRIBUTION OF CHAETOGNATHS IN THE KOREA STRAIT AND
THEIR RELATION TO THE CHARACTER OF WATER MASSES

Joo-suck Park

Fisheries Research & Development Agency, Busan, Korea

ABSTRACT

Based on the plankton samples collected in the Korea Strait in 1972, a study was conducted on the vertical distribution of chaetognaths in relation to water masses in the Strait.

The settling volume of total plankton collected in the Strait ranged from 0.3 to 5 cc/10m³ and showed a distinctive variation in the vertical distribution between day and night. The large amount of volume was found in the upper layer at night and deeper layer during the day time collections.

A total of 19 species and one form of chaetognaths were identified from the present samples. In general, the number of species and individuals of chaetognaths were abundant in the upper layer. But in August they were distributed almost evenly from the surface to the bottom layer. Particularly several species of warm water chaetognaths, i. e., *Sagitta enflata* and *S. regularis* appeared abundantly in the deeper layer in summer. This indicates a sinking phenomenon of warm water from the surface to the bottom layer.

As for the vertical distribution of *S. elegans*, a cold water species, in the Korea Strait, it is restricted only to the bottom layer except in the region of upwelling where they appear in the middle layer. This species is usually distributed in the depth of below 150 m in the southern part of Japan Sea (Park, 1970), and it is usually distributed as far south as the Strait between Busan and Tsushima. In addition, cold water species of copepods such as *Pseudocalanus minutus* and *Metridia lucens* appear in the western side of Tsushima. As indicated by the vertical and horizontal distribution of *S. elegans* in the Strait, the cold water flows as an undercurrent along the bottom from the southern part of the Japan Sea to the Korea Strait between Busan and Tsushima in summer and fall, with a trend of uprising along the coast of Korea. *S. decipiens* has been found only in the depth of below 50 m except in the coastal area where they appear in the upper layer. Therefore the vertical distribution of this species can be used for tracing the occurrence of upwelling and the movement of water from the middle layer.

結 言

大韓海峽은 暖流, 寒流 및 沿岸水의 消長에 따라 海況 變動이 심한 곳이므로 生物相도 單調롭지 않아 海洋의 生態系는 매우 複雜하다.

그러므로 오래전부터 이 해역에 있어서 Plankton相에 關한 연구는 倉茂(1932), 山田(1933), 相川(1934), Park (1958), Park(1970)들에 의하여 행해졌다. 그러나 수직적인 분포상에 대해서는 아직 조사된 바가 없다.

본 보고에서는 動物性 浮游生物中 量的으로 橈脚類 다음이고 수괴 지표종으로서 가치가 가장 큰 浮游性 毛類에 관한 수직적인 분포상을 밝히고 이를 활용하여 수괴유동과 배치 및 그 근원에 관한 生物學的 考察을 하였다.

調查資料 및 方法

本 研究에서 취급한 試料는 대한해협의 海洋 觀測線 206~208線의 5개 定點(Fig.1)에서 1972

年 6, 8 및 10월에 시간별 해류관측과 동시에 채집한 것으로서 그 채집시간은 일정치 않으나 같은 장소에서 24시간 동안 각 층별로 몇 번씩 채집하였다.

채집망은 口徑 47cm, 側長 200 cm, 網地(網)는 日本規格 GG54(0.33 mm)의 閉鎖 採集網을 사용하였으며, 채집방법은 0~50 m, 50~100 m, 100~250 m층을 약 1m/sec의 속력으로 각각 수직 채집하여 선상에서 즉시 약 5%의 中性 포루마린용액에 固定하였다.

채집시료의 처리 및 관찰은 각 시료마다 약 2 cm이상의 腔腸類, 皮囊類 및 大形 甲殼類 등을 제거하고 容積測定法으로서 定量測定을 하였는데 그 作業過程은 전 시료를 沈澱管에 옮겨 약 14시간 不動靜置 시킨 후 그 沈澱量을 測定하였고, 그 다음 각 시료中에서 毛類를 選別해 내어 현미경 밑에서 종류별로 檢索 同定하였으며, 出現量의 표시는 10m³當의 量으로 換算圖

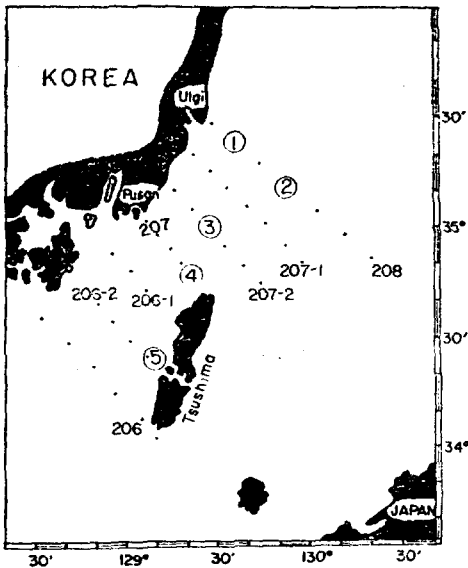


Fig.1. Plankton sampling stations in the Korea Strait, 1972,

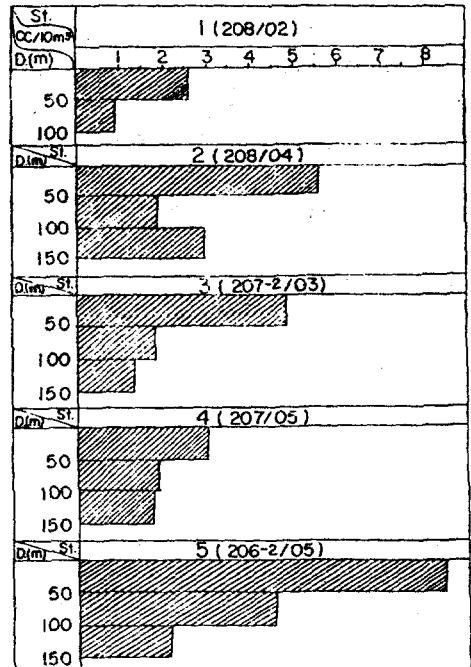


Fig.2. Vertical distribution of settling volume (cc/10m³) in the Korea Strait in August 1972,

示하였다.

浮游生物의 量的 分布

대한해협의 부유생물의 量的 分布 狀態를 보면 0.9~8.5 cc/10m³로서 他 海域에 비해 비교적 많은 量을 나타내고 있고(Fig.2), 수직적인 분포량은 전반적으로 上層이 많고 下層으로 갈수록 漸減되는 경향을 나타내고 있다. 즉, 상층(0~50 m)은 晝夜 평균 2.6~8.5 cc/10m³, 중층(50~100 m)은 0.9~4.5 cc/10m³, 그리고 저층(100~150 m)은 1.3~2.9 cc/10 m³로서 아래 층들의 量이 적어짐을 알 수 있다. 밤과 낮의 分布량은 밤에는 上層에 많으나 낮에는 下層에 많은 경향을 나타 내었다.

毛顎類의 出現組成과 量的 分布

全 시료중 毛顎類는 3屬 19種 1형으로 檢索同定되었다 (Table 1). 전 지점을 통하여 優占種은 *Sagitta bedoti*와 *S. enflata*인데 前者는 全 期間 우점종이고 後者는 6月에는 稀少하고 8月이 卓越하게 많았으며 *S. minima*, *S. regularis* 및 *S. serratodentata* 등도 비교적 多量 出現하였다. 시기별 출현량은 8月이 가장 많고 6月이 가장 적었으며, 8月은 난류종들의 多量出

現으로 가장 많았다.

地理的 出現量을 比較해보면 분포량이 가장 우세한 8月의 표층에 있어서 St.1이 118/10m³, St.2가 75/10m³, St.3이 111/10m³, St.4가 80/10m³ (저층은 158/10m³), St.5가 75/10m³ 등으로 나타났다(Table 2). 출현 종류수는 6月이 가장 적고, 8月이 가장 많았는데 이는 난류종의 다수 출현에 기인하는 것으로 본다.

수직적인 층별 분포량은 상층이 많고 아래층이 적었으며, 종류수의 출현도 상층이 많고 아래층이 적었다.

毛顎類의 표층의 평균 출현량을 시기별로 살펴 보면 6월이 16~31/10m³, 8월이 75~118/10m³, 10월이 34~53/10m³로서 8월이 가장 많고 6월이 가장 적었으며, 아래층도 상층과 거의 같은 경향으로 변동하였다.

量的으로 가장 주목할만한 곳은 8월에 St.4의 저층에서 158/10m³ 출현하므로써 타 지점에서 볼수 없는 卓越한 多量인데 이는 난류종인 *S. enflata*가 24/10m³, *S. regularis*가 82/10m³나 대량 출현한 까닭이다.

밤과 낮의 출현량을 비교해 보면 상층은 밤이 낮보다 많으나 그 아래층에서는 일정한 경향을

Table 1. List of chaetognaths identified from the present samples

<i>Sagitta elegans</i> Verrill	<i>S. bipunctata</i> Quoy and Caimard
<i>S. bedoti</i> Béranecq	<i>S. pulchra</i> Doncaster
<i>S. enflata</i> Grassi	<i>S. decipiens</i> Fowler
<i>S. minima</i> Grassi	<i>S. hexaptera</i> D'orbigny
<i>S. crassa</i> Tokioka	<i>S. lyra</i> Krohn
<i>S. regularis</i> Aida	<i>S. pseudoserratodentata</i> Tokioka
<i>S. neglecta</i> Aida	<i>S. bedoti</i> f. <i>minor</i>
<i>S. serratodentata pacifica</i> Tokioka	<i>Pterosagitta draco</i> Krohn
<i>S. robusta</i> Doncaster	<i>Krohnitta pacifica</i> (Aida)
<i>S. ferox</i> Doncaster	<i>K. subtilis</i> (Grassi)

찾아 볼 수 없었다. 量이 많은 8월은 다른 달보다 수직적으로 저층까지 비교적 많이 분포하고 있으며, 상층은 밤이 74~178/10m³이고, 낮은 ~56 59/10m³ 범위로 변동하고 있다.

S. bedoti, *S. enflata*, *S. minima*, *S. regularis* 및 *S. serratodntata*와 같은 전체량을 지배할만한 우점종과 연안수, 중층수 및 동해 냉수를 각각 대표하는 *S. crassa*, *S. decipiens* 및

*S. elegans*들에 대해서 층별분포 상태를 보면 다음과 같다(Table 2, Figs. 3~5).

Sagitta enflata

6월의 분포 상태는 이 종류가 전역적으로 전체량을 지배할만한 탁월종이나 이 달은 저층의 분포는 볼수 없고 상, 중층이 $2/10m^3$ 이하의 희소한 분포량을 나타내고 있어 전체량을 지배할만한 탁월종은 아니었다.

8월에는 층별마다 연안, 외양 다 같이 분포밀도가 농밀함을 알 수 있다. 즉 밤은 $16\sim 67/10m^3$, 낮은 $7\sim 36/10m^3$, 평균 $18\sim 37/10m^3$ 이며 각 점마다 밤이 낮보다 많았다. 연안쪽인 St. 1까지도 평균 $37/10m^3$ 나 출현하고 있어 난류의 세력과 확장 범위가 가장 강한 시기임을 뒷받침하게 된다. 중층은 밤이 $6\sim 18/10m^3$, 낮이 $6\sim 16/10m^3$, 평균 $7\sim 16/10m^3$ 로서 분포량이 풍부하며 各点間의 量의 차이도 크게 볼 수 있었다. 저층은 중층보다 적지 않게 많은 量들이 출현하였으며, 특히 St. 4는 밤이 $38/10m^3$, 낮이 $10m^3$, 평균 $24/10m^3$ 로서 괄목할 만치 많은 량이 출현하므로써 저층까지 난류의 영향이 우세함을 가르키고 있다(Fig. 4).

10월은 St. 2의 상층을 제외하고는 평균 $12\sim 18/10m^3$ 로서 각 점간에 균등한 분포상이며 중층은 $3\sim 4/10m^3$, 저층은 $1\sim 5/10m^3$ 로서 상층과의 현저한 차이를 볼 수 있었다(Fig. 5).

Sagitta bedoti

本種은 年中 分布量이 풍부한 우점종이며, 난류가 우세한 8월에는 순수 난류역보다 연안수역이 主 分布區域이었다.

6월은 전체중에서 量적으로 탁월종이며 상층은 $5\sim 20/10m^3$, 중층은 $3\sim 17/10m^3$ 이며, 저층은 $5\sim 19/10m^3$ 로서 상, 하층 다 같이 분포량이 우세하였다.

8월은 分布 傾向이 연안쪽이 우세하고 外洋에는 희소하였다. 현저하게 분포 밀도가 높은 St. 1의 상층은 밤이 $69/10m^3$, 낮이 $32/10m^3$, 평균 $51/10m^3$ 로서 전 기간중 가장 우세하였다. 중층

은 St. 1의 量이 적으나 전체분포 경향은 상층과 비슷하였으며 저층도 거의 같은 경향이였다.

10월은 전반적으로 분포량이 풍부한 편이며, 그 경향은 8월과는 달리 외양에도 $3\sim 15/10m^3$ 로 비교적 많은 量을 볼 수 있으나 연안쪽인 St. 1에서 상층이 $25/10m^3$, 중층이 $26/10m^3$ 로서 더욱 많은 것은 8월의 分布相과 거의 같았다.

Sagitta minima

6월의 분포상태는 상층이 $3\sim 6/10m^3$ 를 나타내고 있으며, 중층은 조금 적은 量이였고 저층은 약 $1/10m^3$ 정도 출현할 뿐이었다.

8월은 상, 중층 모두 증가되어 비슷한 분포량을 나타내고 있으나 저층은 $2\sim 5/10m^3$ 로 적었다. 상층 St. 1을 제외하고는 분포량이 $5\sim 11/10m^3$ 로서 균등한 상태이며 중층은 St. 5가 $20/10m^3$ 로서 현저히 많았다.

10월은 상층은 8월과 비슷한 분포량을 지속하고 있으며 St. 1은 상, 하층 다 같이 $1/10m^3$ 정도로 희소하나 St. 3은 $12/10m^3$ 로서 아주 많은 편이었다.

Sagitta regularis

6월은 전역적으로 각층 다 같이 $1/10m^3$ 이하의 소량분포를 볼 수 있다.

8월은 분포량이 크게 증가하여 상, 하층 다 같이 *S. enflata* 다음에 난류종으로서 풍부함을 볼 수 있다. 상층은 St. 1을 제외하고는 $9\sim 22/10m^3$, 중층이 $6\sim 8/10m^3$ 로서 괄목할만한 난류종이다. 특히, 저층의 St. 4는 밤 $160/10m^3$, 낮 $3/10m^3$, 평균 $82/10m^3$ 로서 *S. enflata*의 壓倒的 多量 分布와 일치되므로써 난류의 영향이 극심함을 알 수 있다.

10월에 접어들어 분포량은 8월보다 감소되어 상층의 St. 1을 제외하고는 $3\sim 5/10m^3$ 이며 아래층은 전역적으로 약 $1/10m^3$ 이하의 소량 분포였다.

Sagitta serratodentata

6월은 각층 다 같이 분포 범위는 넓으나 그 量은 전반적으로 적으며 상층의 St. 3의 $5/10m^3$ 를

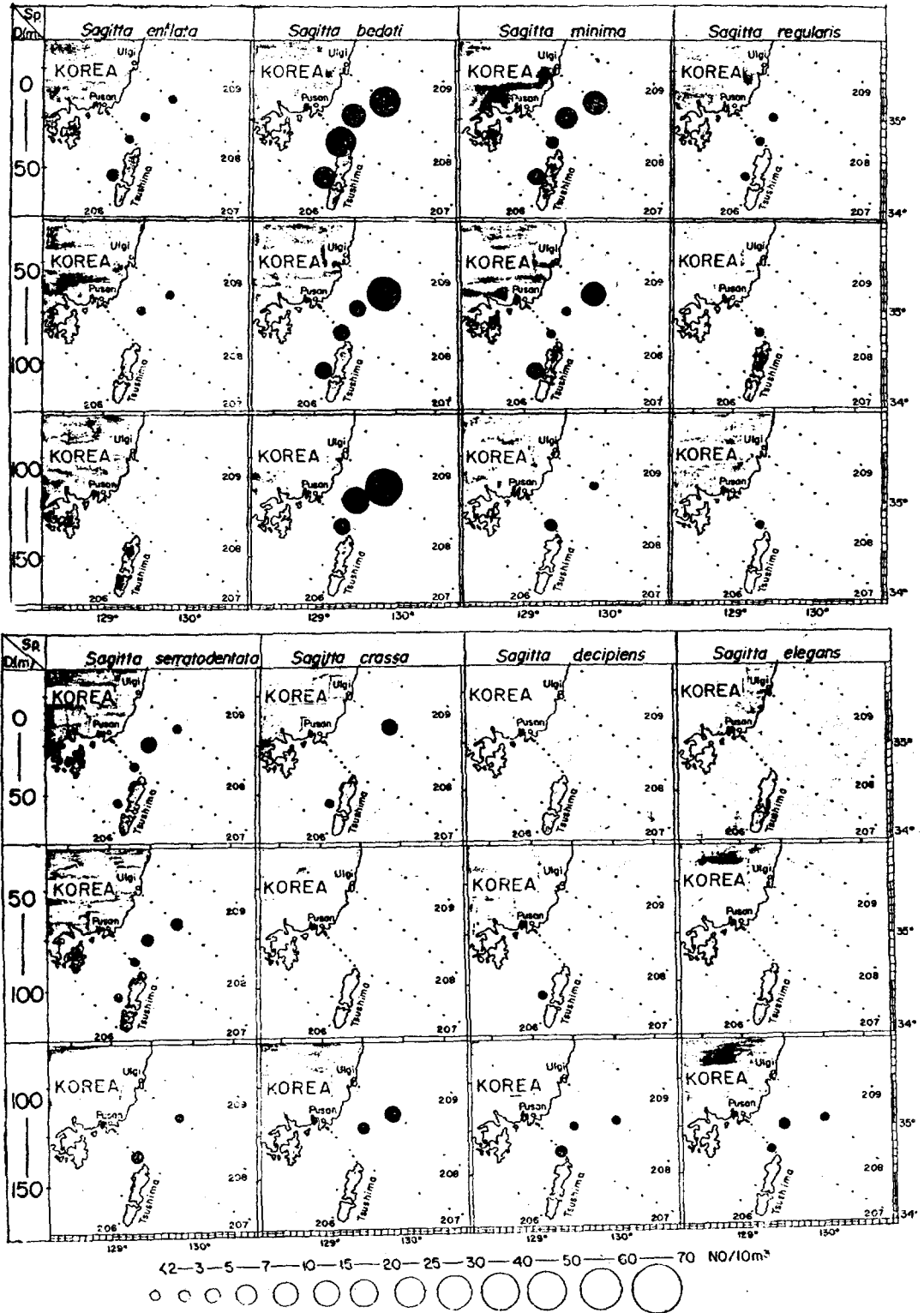


Fig.3. The distribution of eight important species of chaetognaths in different layers in the Korea Strait, June 1972.

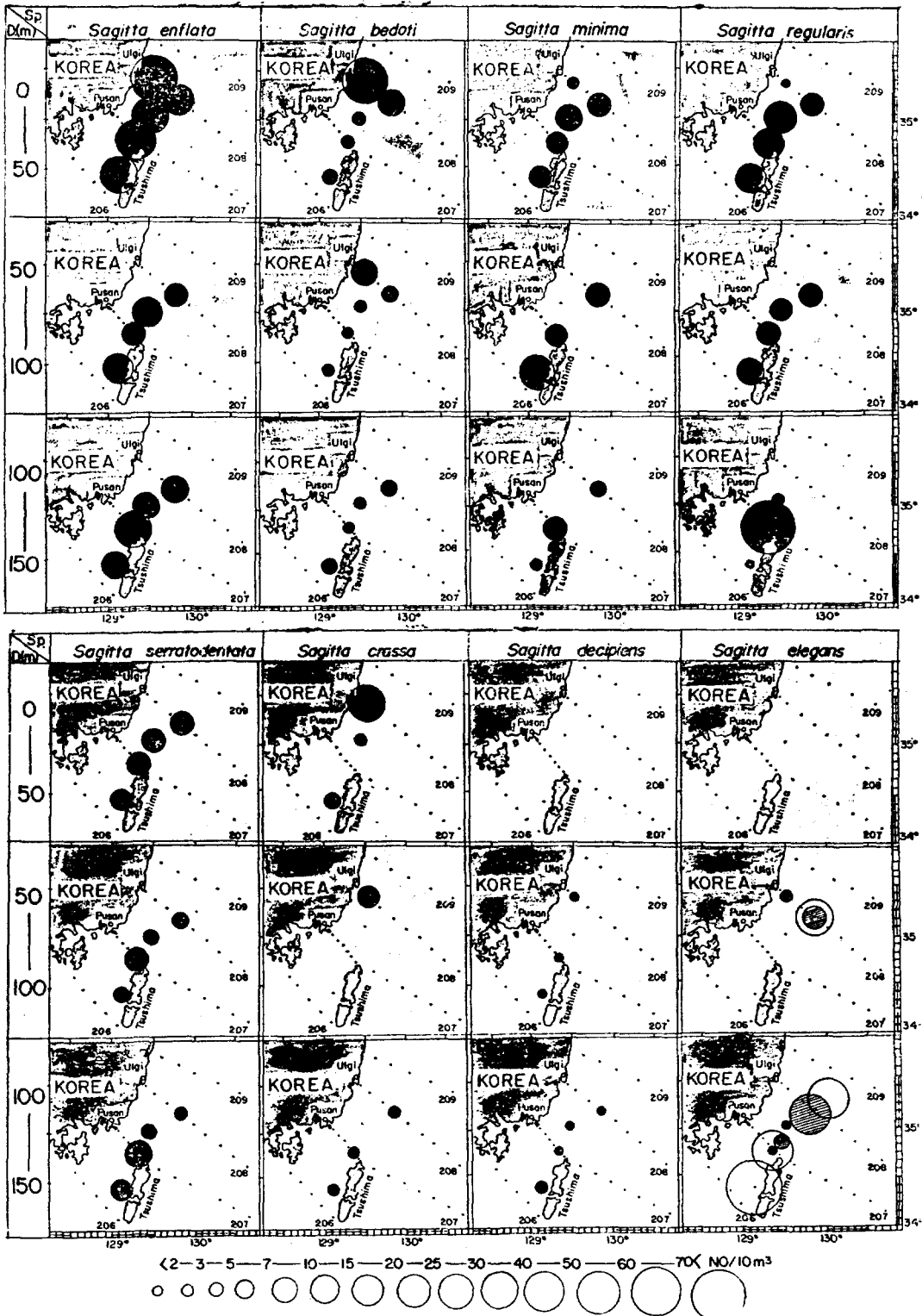


Fig. 4. The distribution of eight important species of chaetognaths in different layers in the Korea Strait, August 1972. Lined circle indicates *Metridia lucens* and white one *Pseudocalanus minutus*,

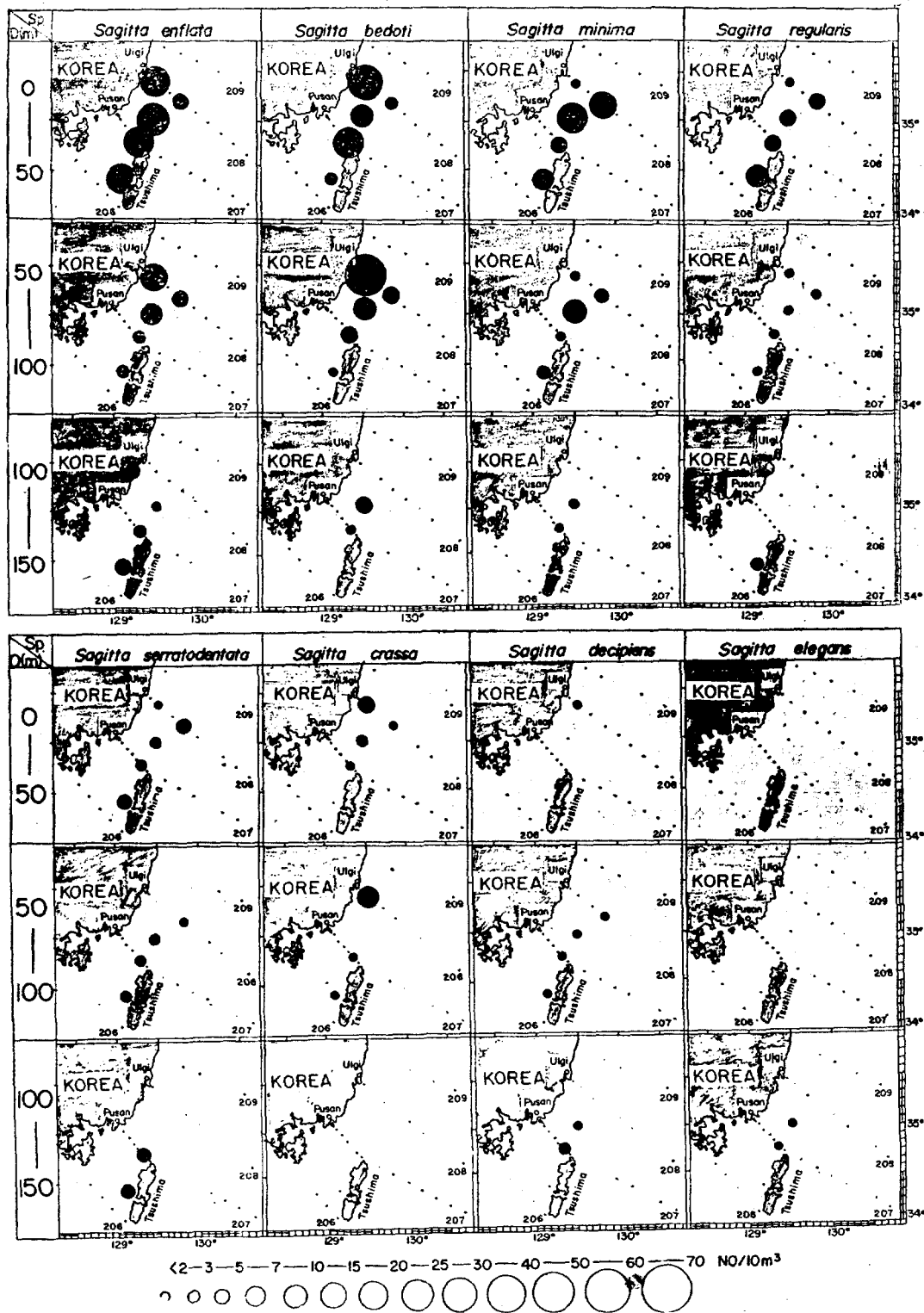


Fig. 5. The distribution of eight important species of chaetognaths in different layers in the Korea Strait, October 1972.

제외하고는 전부 $2/10m^3$ 이하였다.

8월의 분포 상태는 前月과는 달리 각층 다 같이 분포량의 증가를 볼 수 있으며, 상층이 $6\sim 9/10m^3$ 를 나타내었다. 특히, 상층은 각 지점간에 분포량의 차이를 거의 볼 수 없는 균등한 분포상이고 저층의 St. 4, 5가 그 북쪽 St. 2, 3 보다 훨씬 많은 양을 볼 수 있는데 이는 난류의 영향을 남쪽에서 더욱 많이 받고 있음을 나타내는 것으로 본다.

10월은 전역적으로 각층 다 같이 $2\sim 3/10m^3$ 로 분포되어 있으며 상, 중층은 분포 범위가 넓으나 저층은 남쪽인 St. 4, 5에서만 각각 출현하고 그 외쪽은 볼 수 없었다. 이것은 8월에 St. 4, 5가 그 외쪽보다 현저하게 많이 분포한 결과와 관련이 있다고 본다.

Sagitta crassa

低鹽 沿岸性인 본종은 6월에는 분포량이 적고 그 범위도 넓지 않으나 저층까지 출현하였다.

8월의 분포 상태를 보면 전역적인 분포가 아니고 특수 해역에 한정된 경향을 나타내고 있다. St. 1에 상층이 밤 $38/10m^3$, 낮 $14/10m^3$, 평균 $26/10m^3$ 로 팔목할만한 대량 출현이고, 중층도 약 $5/10m^3$ 정도로 비교적 많았으며 저층은 평균 $2/10m^3$ 로서 8월 난류종이 우세한 St. 4에서도 출현하므로서 상층수의 하강을 가르키는 것으로 본다. 10월에는 표층이 St. 5를 제외하고는 전지점 다 출현하였으며 St. 1이 $4/10m^3$ 로서 8월에 와서 같이 가장 풍부하였으며 저층은 출현 흔적이 없었다.

Sagitta decipiens

본종은 주로 중 저층에서만 분포하고 있으며, 그 양은 전반적으로 희소하였다.

6월은 주로 저층에 분포되어 있으며 그 양은 St. 4가 $3/10m^3$, 그 외는 $1/10m^3$ 이하였다.

8월에는 표층을 제외한 중 저층에 $1\sim 2/10m^3$ 씩 분포되어 있다.

10월의 분포 상태는 각층 다 볼 수 있으나 그 양은 St. 4의 중층을 제외하고는 $1/10m^3$ 씩 분포되어 있으며, 他月에 볼 수 없던 표층 출현이 St. 1에서 일어 났으며 이는 저층수의湧昇現象

에서 오는 결과라 본다.

Sagitta elegans

본종은 亞寒帶水의 典型的인 指標種으로서 한국동해안에서 優占種으로 알려져 있다(Tokioka, 1940; Park, 1970).

대한 해협에서는 상층을 제외한 중저층, 특히 저층에 限定 分布 되어 있으며 지리적으로는 St. 5를 제외하고는 전 지점 다 분포하고 있으므로 分布 南限은 釜山—對馬島間인 St. 4라 할 수 있다. 체장은 대부분 20 mm 조금 미달되는 상태였다. 6월은 저층의 3개점(St. 2~4)에 분포하고 있으며, 그 양은 St. 3이 $3/10m^3$, 그 외는 $1/10m^3$ 이하였다.

8월은 저층 이외 他月에 볼 수 없던 중층에서도 St. 1에서는 $3/10m^3$ 나 분포하고 있으므로 이는 저층수의 용승 현상을 가르키는 것으로 본다.

10월은 St. 3과 4의 저층에서 각각 $1/10m^3$ 씩 출현하였다.

考 察

한국 근해의 毛顎類의 分布 生態와 水塊 指標性으로서의 가치, 그리고 이를 活用하여 海區別 水塊 配置 및 그 流動에 關한 綜合的 研究는 Tokioka (1940)와 Park (1970)에 의하여 많이 진전되었다. 그 結果에 따르면 대한 해협에 있어서 수피지표성으로서 보다 중요한 종류는, *Sagitta enflata*, *S. bedoti*, *S. minima*, *S. elegans*들을 지적할 수 있다.

이번에 暖流種인 *S. enflata*, *S. minima*, *S. regularis* 및 *S. serratodentata*와 혼합종인 *S. bedoti*의 분포상태로 부터 난류세력의 강약을 보면 8월이 가장 강한 시기이고 이때는 연안쪽까지 영향을 크게 미치고 있다.

수직적인 분포상태는 전반적으로 해황과 일치하고 있으며, 특히, 뚜렷한 현상은 St. 4에 있어서 *S. enflata*와 *S. serratodentata*가 중층 보다 저층에서 훨씬 우세한 것이며, 특히 *S. regularis*의 분포량이 각각 표층 $15/10m^3$, 중층 $6/10m^3$, 저층 $82/10m^3$ 로서 저층이 탁월하게 많은 것이 고이것을 해황과 비추어 볼때 이곳의 수온은

주위보다 약 5°C 정도 고온이고, 염분농도는 약 0.2‰ 정도 낮은 점으로 보아 위 종류들의 층별 분포상은 난류의 침강 현상을 실증하는 것으로 해석된다 (Fig. 6).

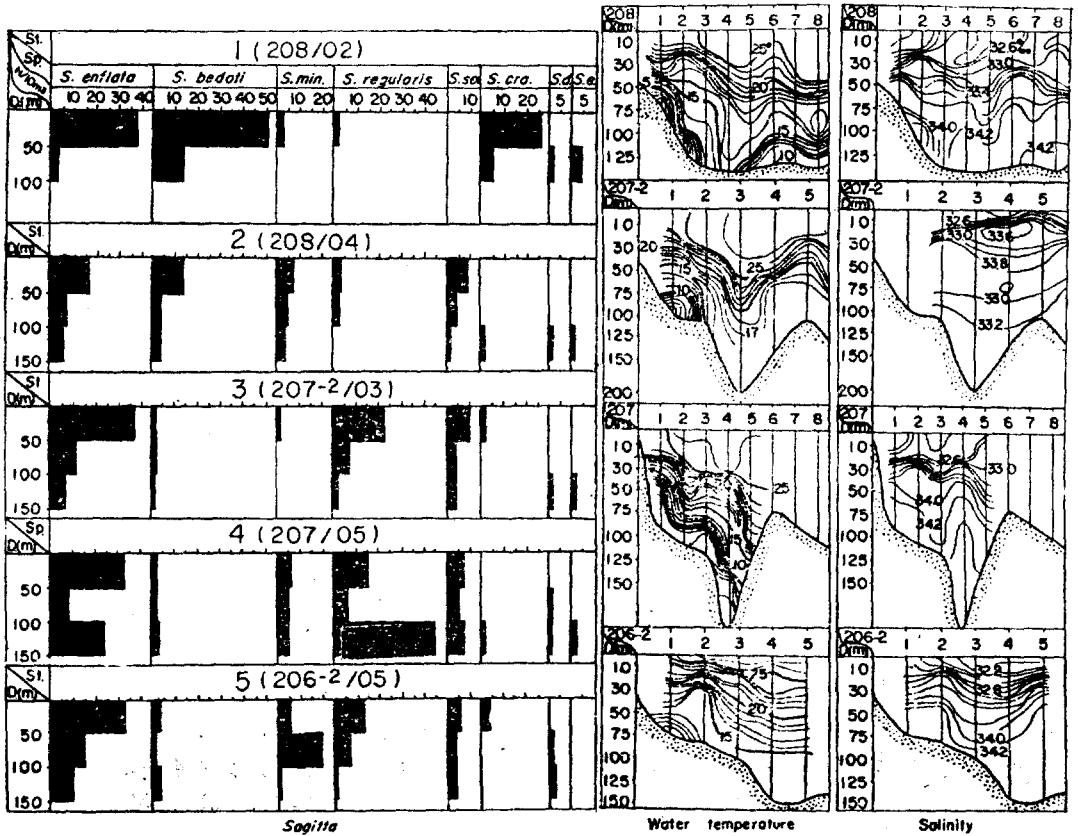


Fig. 6. Vertical distribution of important species of chaetognaths, temperature and salinity in the Korea Strait, August 1972. *S. min*: *S. minima*, *S. se*: *S. serratodentata*, *S. cr*: *S. crassa*, *S. d*: *S. decipiens*, *S. el*: *S. elegans*.

한편 한해성인 *S. elegans*의 分布相에 관해서 Tokioka (1940)는 竹邊까지 分布한다 했고, Park(1970)은 표층은 감포까지, 150 m~0 m 층은 부산~대마도 간의 St. 207/04까지 분포한다 했다. 여름철 동해측의 층별 분포는 죽변부터 그 남쪽 해역에서는 50 m보다 깊은 층에서 분포하고, 포항 이남 해역에서는 난류 세력의 영향으로 해역에 따라 차이가 있으나 50 m 또는 150 m以下 층에서 분포한다 했으므로 냉수의 잠류 남하층을 이같이 보았다. 한편 Marumo (1966)는 日本 사가미灣에서는 대체로 300 m 以深에 出現한다 했다.

본 연구에 있어서의 분포상태는 最南端에 위

치한 St. 5를 제외한 전 지점에서 모두 분포하였으며, 수직적으로는 표층에서는 어데서나 볼 수 없고 저층에서만 출현하므로써 냉수의 유동은 100 m層 이하에서 이루어짐을 가르키나, 8月の St. 1에 있어서는 중층에서도 볼 수 있을 뿐만 아니라 量도 탁월하게 많으므로 저층수의 용승 현상을 실증하는 것으로 보며 따라서 이 달이 저층수의 영향이 더욱 강한 시기라 해석된다.

한편 *S. decipiens*는 10月の St. 1의 표층을 제외하고는 중층과 저층에서만 분포하고 있어 저층수의 수직분포를 밝히는 지표종으로서의 활용 가치가 크며, 6月은 저층에서만 8月과 10月은 중층까지 미치고, 그리고 감포 연안 까지 출현

하여 용승 현상을 더욱 뒷받침 해 주고 있다.

이와같이 *Sagitta*의 分布층을 Lim and Chang(1969)의 수괴 분석 결과와 고찰하면 *S. elegans*의 分布층은 저층수에, *S. decipiens*는 저층과 중층에 해당되고, *S. enflata*, *S. minima*, *S. regularis* 및 *S. serratodentata*의 분포층은 8월은 거의 저층까지 표, 중, 저층 다 해당되나 6월은 거의 표층에만, 10월은 표, 중층에 해당됨을 알 수 있다.

橈脚類 中 전형적인 寒帶水의 指標生物인 *Metridia lucens*와 이에 가까운 *Pseudocalanus minutus*의 分布狀態를 살펴 보면 前者는 St. 2의 중층에서 $100/10m^3$, 저층에서 $51/10m^3$, St. 4의 저층에서 $5/10m^3$ 가 出現하였고, 後者는 St. 2의 중층에서 $35/10m^3$, 저층에서 $48/10m^3$, St. 4의 저층에서 $44/10m^3$, St. 5의 저층에서 $188/10m^3$ 의 出現記錄을 보임으로서 *S. elegans*의 分布로 冷水의 流動을 더욱 명백히 뒷받침한다고 보며 더욱이 *P. minutus*의 St. 5의 出現실적은 냉수의 영향이 더욱더 남쪽으로 미침을 가르키는 것이 아닌가 보아진다.

이상 *S. elegans*, *S. decipiens* 및 *M. lucens*와 *P. minutus*의 分布 生態로 보아 냉수는 주로 저층에, 그리고 그 영향은 중층에까지 미치게 되며, 갑포 방어진을 中心한 연안측은 8월, 10월에 저층수의 압박 용승이 현저함을 이들 生物學的 指標種이 實證하게 된다.

要 約

1972년 6, 8 및 10월에 대한 해협 5개 定点에서 晝夜 層別 採集을 실시하여 層別 分布 組成과 水塊 指標性의 海洋學的 考察을 하였다.

1. 부유생물의 量은 $0.9 \sim 8.5 cc/10 m^3$ 이며 층별 분포량은 上層이 下層보다 많고, 밤과 낮에 있어서는 밤은 上層이 많으나 낮은 下層이 많은 경향을 나타내었다.

2. 出現한 모악류는 3속 19종 1형이며 分布量과 種類數는 상층이 하층보다 많은 편이고, 밤

은 상층이 많으나, 낮은 일정치 않으나 밤과의 반대 경향이였다. 量이 가장 풍부한 8월에는 수직적인 큰 차이를 볼 수 없을만큼 저층까지 많이 出現하였다.

3. 8월에 있어서 *Sagitta enflata*, *S. serratodentata* 및 *S. minima* 특히 *S. regularis*의 저층의 대량 분포는 해양학적 고찰에서 난류의 침강을 가리키고 있다.

4. 寒海性인 *S. elegans*의 분포층은 저층에 限하고 釜山—對馬島間까지 出現하며, 한편 St. 5에서는 *Metridia lucens*와 *Pseudocalanus minutus*가 出現하여 저층 냉수의 용승 수직, 수평적인 이동범위를 실증하는데 더욱 뒷받침 하였다.

5. *S. decipiens*는 대한 해협에서 저, 중층수의 이동 및 연안의 용승 현상을 판정하는 지표종임을 밝혔다.

文 獻

- 倉茂英次郎. 1932. 日本海南部の plankton. 海洋時報 3, 574~619.
- 山田鐵雄. 1933. 對馬海峽に於ける暖流性 plankton의 分布. 日本水誌 1, 281—286.
- 相川廣秋. 1934. 浮游生物 定量調査-2. 日本海の 浮游生物의 特質について. 水産試驗場報告 No. 5, 237—272.
- Marumo, R. 1966. *Sagitta elegans* in the Oyashio undercurrent. J. Oceanogr. Soc. Japan 22, 129—137.
- Park, T. S. 1958. On the seasonal change of the plankton at Korean Channel. Bull. Pusan Fish. College 1, 1—12.
- Park, J. S. 1970. The chaetognaths of Korean waters. Bull. Fish. Res. Dev. Agency 6, 1—174.
- Tokioka, T. 1940. The chaetognath fauna of the waters of Western Japan. Rec. Oceanogr. Wks. Japan 12, 1—122.
- Lim, D. B. and S. D. Chang, 1969. On the cold water mass in the Korea Strait. J. Oceanol. Soc. Korea 4, 71—82.