

加露林灣 有用 生物資源에
관한 研究

—베도라치 稚魚資源—

1981. 12.

研究責任者 : 許 亨 澤
研 究 員 : 許 聖 範
 異 舜 吉
 洪 在 上
 金 東 燁
 李 梓 學
 李 晋 煥
 柳 在 洺

韓 國 科 學 技 術 院
海 洋 研 究 所

BSPE 00030-55-3

Studies on the Useful Fisheries Resources
in Garolim Bay:
Larval Stock of the Gunnels, *Enedrias* Species

December 1981

Hyung Tack Huh, Project Leader

Sung Bum Hue, Soon Kil Yi, Jae Sang Hong, Dong Yup Kim.

Jae Hac Lee, Jin Hwan Lee, and Jae Myung Yoo

KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE & TECHNOLOGY
KOREA OCEAN RESEARCH & DEVELOPMENT INSTITUTE
SEOUL, KOREA

目 次

要 約	1
Summary	2
表 目 次	4
圖 目 次	5
I. 序 論	7
1. 調查背景 및 目的	7
2. 加露林灣의 概況	8
II. 材料 및 方法	9
1. 海水의 物理·化學的 特徵	9
2. 生物學的 特徵	9
2.1. 基礎生産力(Chlorophyll <i>a</i>)	9
2.2. 植物性 浮游生物	9
2.3. 動物性 浮游生物	9
2.4. 游泳生物(魚類)	11
2.5. 底棲動物	11
2.6. 有用生物資源(베도라치 稚魚)	12
III. 結果 및 考察	13
1. 海水의 物理·化學的 特徵	13
1.1. 水 温	13
1.2. 鹽分度	15
1.3. 浮游物質	16
1.4. 透明度	17
1.5. 溶存酸素	18
1.6. 考 察	19
2. 生物學的 特徵	20
2.1. 基礎生産力(Chlorophyll <i>a</i>)	20

2.2. 植物性 浮游生物	21
2.3. 動物性 浮游生物	24
2.3.1. 個體數의 變化	24
2.3.2. 出現 動物性 浮游生物	25
2.4. 游泳生物(魚類)	30
2.4.1. 出現種의 構成	30
2.4.2. 卵・稚魚 月別分布	30
2.4.3. 産卵時期 및 場所	36
2.5. 底棲動物	38
2.5.1. 潮間帶動物	38
2.5.2. 潮下帶動物	39
2.5.3. 附着生物	42
2.6. 考察	43
3. 有用生物資源(베도라치 稚魚資源)	47
3.1. 分類學的 位置	47
3.2. 漁業現況	47
3.2.1. 韓國 全 沿岸海域	47
3.2.2. 加露林灣 海域	48
3.3. 分 布	49
3.3.1. 加露林灣	49
3.3.2. 西海沿岸	49
3.4. 産 卵	51
3.5. 回 游	51
3.6. 成 長	53
3.6.1. 成長過程	53
3.6.2. 成長率	54
3.6.3. 體長-體重 關係式	55
3.7. 食 性	56
3.8. 資源量 構造	58
3.9. 他 魚種과의 混獲	59
3.10. 考 察	61

IV. 結論	64
V. 參考文獻	66
附 錄	69

要 約

本 報告書는 加露林灣의 有用生物資源 開發을 위한 海洋生態學的 研究의 第2次年度 調査 結果를 포함하고 있다. 金번 조사에서는 加露林灣에서 가장 중요한 漁業資源 生物로 判명된 베도라치 稚魚인 실치의 資源生態 규명에 주력하였다.

加露林灣에서의 실치 漁獲高는 1980년도 516톤이던 것이 1981년에는 1,180톤으로 현저한 增加를 보였다. 이것은 動物浮游生物量이 6,485個體/m³(1980)에서 22,769個體/m³(1981)로 急増한 것과 일치하였는데 각 定點別 動物浮游生物 分布量과 실치의 生産量이 거의 동일한 양상을 보여주고 있는 점으로 미루어 실치의 回游와 動物浮游生物의 분포와 밀접한 관계가 있는 것으로 사료된다.

1981년도 뱅어류(실치)의 漁獲量을 보면 全國의 5,344톤 중 加露林灣을 포함한 忠淸南道 瑞山郡 연안에서 2,144톤으로 전체의 40.1%를 차지하고 있어 加露林灣 일대가 가장 중요한 실치 漁場임을 암시하고 있다.

본 調査資料로 보아 베도라치는 12~3月 중 加露林灣의 바깥 海域에서 産卵하며 선두그룹의 稚魚(평균體長 약 1cm)는 1月 하순경부터 內灣으로 回游해 들어와 棲息한 후 4月경에 다시 外海로 回游해 나가기 시작한다. 7月하순경에 6~7cm로 成長한 베도라치(未成熟魚)가 産卵場 부근의 棲息場에 加入됨으로써 稚魚期의 回游가 일단 끝나는 것으로 사료된다.

韓國 연안의 베도라치에 관해서는 지금까지 Stichaeidae(장갱이科)의 一種인 *Enedrias nebulosus*로 報告(鄭 1977)되어 있으나 金번 조사 결과 加露林灣 부근에 *Enedrias fangi* 및 *E.nebulosus*의 2種이 分布하고 있으며 이들은 잠정적으로 Pholidae(황줄베도라치科)에 속하는 것으로 확인되었다. 그리고 *Enedrias*屬은 *Pholis*屬(Tokuya & Amaoka 1980; 許 等 1980)으로 記錄되기도 하여 보다 구체적인 分類學的 研究가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

SUMMARY

This report comprises the results of marine ecological study in Garolim Bay, conducted from January through December 1981, as the 2nd year study of a long-term program for the exploitation of useful fisheries resources in the Yellow Sea, Korea. During the present study, an emphasis was given to the investigation of larval stock of the gunnels (*Enedrias* spp.), which is found to be the most important fish stock among nearly 50 fish groups caught in Garolim Bay area.

The catch of larval gunnels in Garolim Bay sharply increased to 1,180 M/T in 1981 from 516 M/T in 1980. This increment appeared to be coincided with an abrupt increase in zooplankton populations from 6,485 organisms/m³ (maximum density) in 1980 to 22,769 organisms/m³ in 1981. Although it was not immediately known whether the increased yield of the larval gunnels was directly due to the zooplankton populations, the distribution pattern of the zooplanktons seemed to be closely associated with that of the gunnel larvae.

The coastal waters of the Seosan-Kun, including Garolim Bay, appeared to be major nursery and spawning grounds of the gunnels as the fishing yield from this region accounted for more than 40% of the total yield throughout the nation in 1981.

The field surveys revealed that the young gunnels, spawned presumably at offshore water of Garolim Bay, enter into the Bay in late January as a larvae of about 10 mm in length, and reach to the innermost part of the Bay in late February. They start outward migration from April, and the larval stage migration is terminated when they reach offshore habitat near the spawning ground by July.

The only one species of gunnels are reported in the coastal waters of Korea by Chyung (1977) as *Enedrias nebulosus* belonging Family Stichaeidae. However, in the present study at least 2 species, tentatively identified as *Enedrias fangi* and *E. nebulosus*, both of Family Pholidae, are found to be as a major constituent of the larval gunnel stock in Garolim Bay.

Yet, taxonomy of the gunnels particularly the Genus *Enedrias* seems not to be well established, for these species are reported as *Pholis nebulosus* (Tokuya & Amaoka 1980), and *Pholis taczanowskii* (Huh *et al.* 1980). Matsubara (1963) identified *Enedrias nebulosus* as belonging to Family Pholidae, not Stichaeidae. The more systematic studies are needed for the gunnels in the Korean waters.

LIST OF TABLE
(表目次)

1. Distribution of water temperature in Garolim Bay in 1981	14
2. Distribution of salinity in Garolim Bay in 1981	16
3. Distribution of suspended matter in surface water of Garolim Bay in 1981	17
4. Distribution of dissolved oxygen in Garolim Bay in 1981	18
5. Percentage of dissolved oxygen saturation in sea water of Garolim Bay in 1981	19
6. Distribution of chlorophyll <i>a</i> content in surface water of Garolim Bay in 1981	21
7. Monthly occurrence of phytoplankton communities in Garolim Bay in 1981	22
8. Number of zooplankton in Garolim Bay in 1981	27
9. Occurrence of fish species in Garolim Bay in 1981	31
10. Total production of fish species in Garolim Bay in 1980	33
11. Abundance of fish eggs and larvae in Garolim Bay in 1981	34
12. Estimated spawning month of fish and water temperature in Garolim Bay	37
13. Bottom textural class and mud fraction of each sampling station for subtidal benthos in Garolim Bay in 1981	41
14. Environmental factors (mean values) during the migrational period of larval gunnels in Garolim Bay in 1981	53
15. Mean length and weight of gunnel larvae in Garolim Bay in 1981	55
16. Stomach contents of larval gunnels caught in Garolim Bay during July, 1981	57
17. Catch statistics of larval gunnels in Garolim Bay, 1976 ~ 1981	59
18. Composition of larval fishes caught by stow net in Garolim Bay, Mar. ~ July, 1981	60

LIST OF FIGURE

(圖目次)

1. Sampling stations in Garolim Bay	10
2. Monthly variation of water temperature in Garolim Bay in 1981	13
3. Monthly variation of salinity in Garolim Bay in 1981	15
4. Monthly variation of transparency in Garolim Bay in 1981	17
5. Monthly variation in number of phytoplankton species in Garolim Bay in 1981	23
6. Monthly variation of phytoplankton standing crop in Garolim Bay in 1981	23
7. Seasonal fluctuation of zooplankton communities in Garolim Bay in 1981	24
8. Seasonal fluctuation in number of zooplankton at each sampling station in Garolim Bay in 1980 and 1981	25
9. Seasonal fluctuation of copepods and their larvae at the inner and outer Garolim Bay in 1981	26
10. Occurrence of copepod species in Garolim Bay in 1981	29
11. Monthly variation in total number of fish eggs and larvae in Garolim Bay in 1981	32
12. Monthly variation in number of fish eggs and larvae by station in Garolim Bay in 1981	32
13. Number of species of four important groups of macrobenthos in Garolim Bay in 1981	38
14. Mean density of zoobenthos presented at each transect in Garolim Bay in 1981	39
15. Distribution of major intertidal fauna in Garolim Bay in 1981	40
16. Composition of major benthic animal groups at each sampling station in Garolim Bay in 1981	41
17. Dendrogram of species similarity for subtidal benthic fauna in Garolim Bay in 1981	42
18. Experimental concrete poles used in the studies for fouling organisms in the intertidal zone of Garolim Bay	42

19. Approximate evaluation of the major fouling organisms observed from the experimental concrete poles at the intertidal zone	43
20. Annual variation in total catch of larval gunnel at the coastal waters of Korea (1962 ~ 1980).....	48
21. Distribution of larval gunnels in the Yellow Sea in 1981	50
22. Migration route of larval gunnels in Garolim Bay in 1981	52
23. Developmental series of young <i>Enedrias</i> sp. in Garolim Bay....	54
24. Monthly growth of larval gunnels in Garolim Bay in 1981	56
25. Length-weight relationship of larval gunnel in Garolim Bay in 1981	56

LIST OF APPENDIX

(附 錄 目 次)

1. Numerical abundance of macrozoobenthos in the intertidal zone of Garolim Bay	69
2. Numerical abundance of macrozoobenthos in the subtidal zone of Garolim Bay	74
3. Total catch of fish species in Garolim Bay in 1980	81

I . 序 論

1. 調査背景 및 目的

韓國의 漁業活動은 1971年 이래 급속히 신장하여 1978년에는 哺乳類와 水産植物을 除外한 총 어획량 2,092,000 噸으로서 세계 8位에 이르렀다. 그러나 이러한 높은 漁獲量은 各 沿岸國의 200海里 經濟水域 宣布에 따른 원양어장 상실과 임해공업단지의 膨脹 및 연안오염으로 인한 연근해 어장의 閉鎖와 老朽化 등으로 어업생산량의 증가는 날로 기대하기 어려운 實情에 있다. 이러한 현실적인 문제를 감안할 때 현재 未利用 또는 低利用 단계에 있는 한국 연근해의 유용생물 자원을 保護 開發하는 문제는 매우 중요하다.

許 等 (1980)이 黃海 加露林灣의 有用 및 未利用生物資源에 關한 研究에서 베도라치 자원의 중요성을 이미 보고한 바와 같이 이 자원은 개발 가능성이 높은 새로운 유용생물 자원이라 할 수 있다. 베도라치는 현재 稚魚 및 未成熟魚 단계인 실치만을 漁獲對象으로 하고 있다. 1980년 우리나라 전 연안에서 실치의 어획량은 5,344 噸으로서 이 중 63%가 忠南연안에서 37%가 京畿道 연안에서 어획되었으며 加露林灣에서는 516.4 噸이 생산되어 韓國 전체 실치 漁獲量의 9.7%를 차지했다. 따라서 베도라치(실치) 자원은 加露林灣 漁民들의 가장 중요한 所得源 중의 하나이며 加露林灣을 代表하는 유용생물 자원이라 할 수 있다.

그러나 이러한 중요성에도 不拘하고 이 자원에 대한 具體的인 生物學的 知識 및 資源構造가 명확히 밝혀진 바 없이 漁獲努力만이 증가되고 있는 실정이다.

한편 加露林灣은 우리나라 潮力發電所 第1의 후보지이기도 하여 加露林灣의 物理·地質學的 特性(宋 等 1980 ; Song *et al.* 1981)과 生物學的 特性(許 等 1980)에 대한 조사가 이미 1차 조사기간에 연구된 바 있다. 발전소가 건설될 경우, 綜合的인 灣의 이용을 위하여서도 베도라치와 같이 상업적으로 중요한 魚族의 生態學的 및 資源學的 構造는 규명되어야 할 것이다.

본 연구는 加露林灣의 有用 및 未利用生物資源 開發을 위한 2次年度 연구로서 加露林灣에서 가장 有用한 베도라치 치어자원개발이 집중 연구되었다. 따라서 본 연구에서는 베도라치 치어자원의 生態를 파악하기 위하여 해수의 物理·化學的 特性으로부터 基礎生産力, 浮游生物, 游泳生物 및 底棲生物에 이르기까지 전반적인 생태조사를 실시했으며 이를 기초로 베도라치 치어자원의 生物學的 特性을 糾明하는데 그 목적을 두고 있다.

2. 加露林灣의 概況

가로림만의 地形, 地質, 氣象, 海底堆積物, 潮汐, 潮流 및 浮游物質 등의 물리학적 概況과 基礎生産力, 浮游生物, 游泳生物 및 底棲生物 등의 생물학적 概況은 宋 等(1980), Song *et al.*(1981) 및 許 等(1980)에 의해 조사된 바와 같다.

II. 材料 및 方法

1. 海水의 物理·化學的 特徵

加露林灣의 6個 調査 定點에서 매월 物理·化學的 要因을 조사하였다(Fig. 1). 調査內容은 表層, 中層, 下層의 水溫, 鹽分度, 溶存酸素量, 表層의 浮游物質 및 透明度였으며 調査方法은 許 等(1980)의 方法과 같다.

2. 生物學的 特徵

2.1. 基礎生産力(Chlorophyll *a*)

6個 正점의 表層에서 試水 1ℓ를 채수하여 冷暗所(0℃)에 저장하여 실험실로 운반하였다. 0.45 μ (직경 47mm)의 Millipore filter paper로 여과하여 90% acetone에서 20시간 추출한 후 5,000rpm으로 원심침전하여 分光光度計(Spectrophotometer, Perkin-Elmer Model 55)로 波長 630, 645, 663, 750nm에서 Chlorophyll *a*를 吸光度를 측정하여 계산하였다.

2.2. 植物性 浮游生物

試料의 채집은 1981년 1월부터 12월까지 매월 加露林灣의 6個定點의 表層에서 van Dorn 채수기로 채수하였으며 定量 및 定性實驗은 Yoo and Lee (1979)와 같이 하였다.

2.3. 動物性 浮游生物

動物性 浮游生物의 採集에는 網口의 크기 1m, 網目 240 μ 인 Standard Net를 사용하였으며 각 調査定點의 表層(Fig. 1)에서 水平으로 약 15분간 약 1m/sec.의 속도로 曳網하였다. 採集된 시료는 10%의 중성 포르말린으로 고정하여 실험실로 운반한 후 시료의 양에 따라 전체의 1/50~1/100을 취하여 개조한 Bogorov 계수판(Gannon 1971)을 사용하여 계수하였으며 2회에 걸쳐 계수하였다. 動物性 浮游生物의 양은 m^3

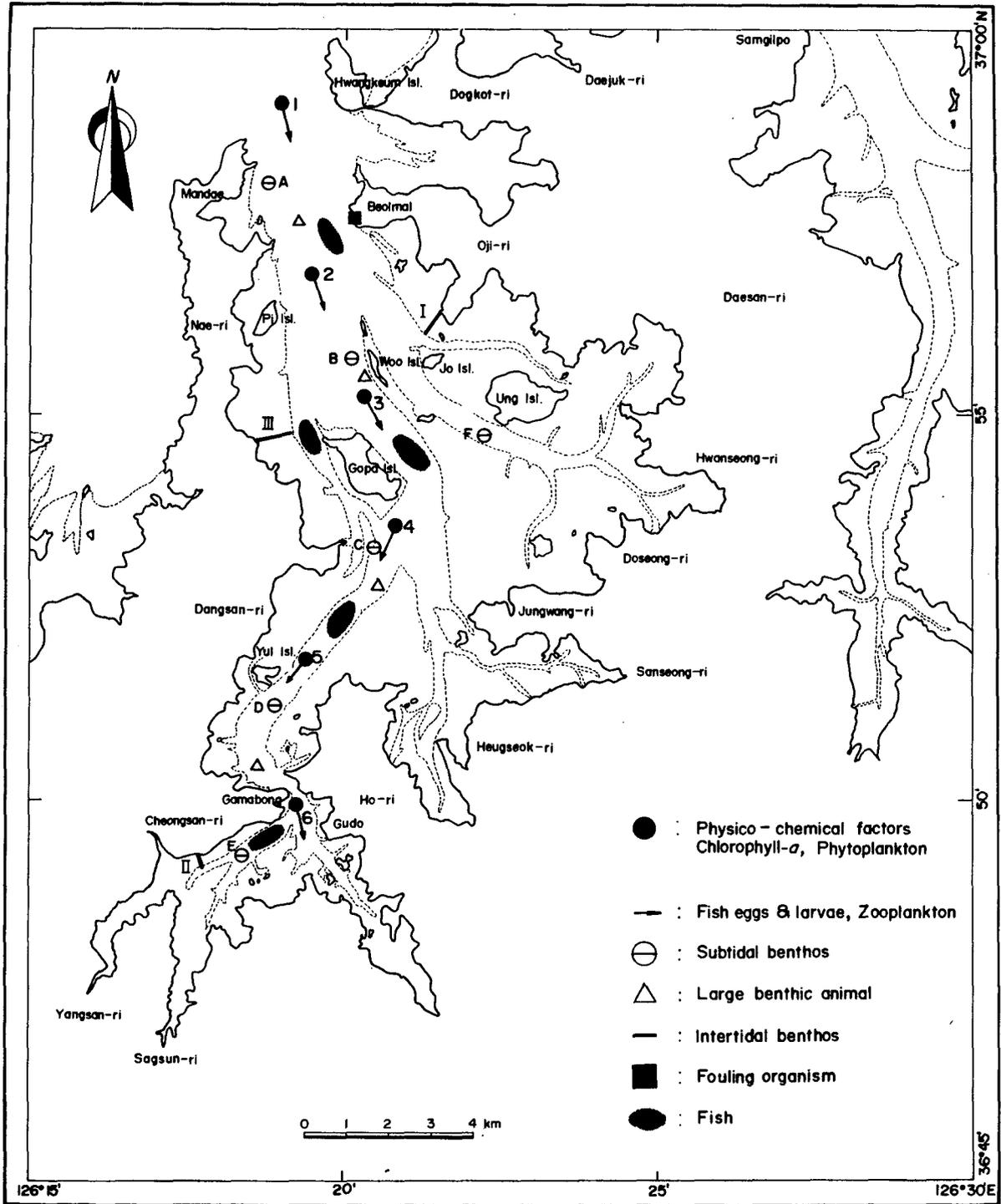


Fig. 1. Sampling stations in Garolim Bay.

당 個體數로 나타내었다. 계수된 分類群 中 copepoda는 種의 수준까지 同定하였으며 同定에는 Scott(1909), Rose(1933), Mori(1937), Dakin and Colefax(1940), Swell(1947), Brodsky(1950), Davis(1955), Tanaka(1956), Chen and Zhang(1965), 山路(1966)와 Bradford(1966) 등을 參考하였다.

2.4. 游泳生物(魚類)

조사기간 중 어류는 매일 채집되었고 漁具는 Standard Net, 三重棘網, 底引網 및 鹽旋網을 사용했다. 卵·稚魚는 網目 240 μ , 網口 直徑 1m의 Standard net 로, 浮游性 魚類는 內網目 25mm, 外網目 190mm의 삼중자망으로, 底棲性 魚類는 길이 5.5m 망구 폭 2.5m, 망목 38mm의 저인망으로 채집하였다. 卵·稚魚채집은 6個定點에서 표층 예인하였고 삼중자망과 저인망은 海況에 따라 灣內의 적합한 海域에서 사용했다. 한편 3~8월에는 해선망 어선의 어획물을 무작위로 채집하였다. 모든 標本은 現地에서 10% 중성 포르마린 용액에 고정했다. 실험실에서 卵·稚魚는 전체의 1~1/5의 量을 取해 計數한 후 個體數/1,000 m²으로 환산하여 분석했다. 난·치어 및 成魚의 檢索은 阿部(1963), 元(1966), 岡田(1976), Russell(1976) 및 鄭(1977)의 方法에 依했다.

2.5. 底棲動物

底棲動物 중 潮間帶 동물은 呑池里 앞 海안, 靑山里 앞 海안 및 內里 앞 海안의 3개 지점에서 각각 潮間帶 최상부에서 최하부까지 5개의 정점을 선정하여 직경 20cm의 Polyethylene core sampler로 20cm 깊이 까지의 底質을 복수 채집하였다. 潮下帶 동물은 灣 입구에서 灣 안쪽에 이르기까지 6개 定點을 선정하여 Modified van Veen Grab(0.1 m²)과 閉鎖 Biological Dredge (17×32cm; 海洋연구소 제작)를 지역의 특성에 따라 혼용하였다. 채취된 底質 중 潮間帶의 경우는 0.5mm 망목의 표준체로, 潮下帶의 경우는 1mm 망목의 표준체로 동물을 채집한 후 10% 중성 formalin 또는 70% alcohol에 고정한 후 실험실에서 同定 및 計數하였다. 潮下帶의 경우는 15ℓ 당 출현 개체수로 표시하였고 大型 底棲動物調査는 4개의 정점을 선정하여 20mm 網目的 Biological Dredge (23×48cm)를 사용하여 定性分析하였다. 附着生物의 조사를 위하여 벌말 지역의 潮間帶에 潮位差에 따라 5개의 시멘트 기둥(25×100cm)을 설치하여 관찰하였다. 채집된 동물 중 群體를 형성하는 종류는 定量分析에서 제

의하였다.

2.6. 有用生物資源(베도라치 稚魚)

加露林灣의 유용생물자원은 灣 연안에 산재해 있는 12개 어촌계의 種別 어획량을 瑞山郡 農水産部 統計事務所에서 수집 분석하였다. 어선세력 및 기타어업현황은 瑞山郡 廳 및 水産業協同組合의 자료에 의거하여 조사했으며 베도라치 稚魚는 2.4.(游泳生物)의 조사방법과 漁民으로부터 직접 漁獲統計를 수집하여 分析했다.

Ⅲ . 結果 및 考察

1. 海水의 物理·化學的 特徵

1. 1. 水 溫

본 조사기간 동안 水溫은 최저 -1.0°C (1월, 정점 6의 상, 중, 하층)에서 최고 27.1°C (7월, 정점 6의 상, 중, 하층)까지 년 중 28.1°C 의 차이를 나타내었으며 年平均 水溫은 12.09°C 였다 (Table 1).

加露林灣에서의 水溫 變化는 季節과 定點에 따라 差異를 보이고 있다. 설명의 편의를 위하여 정점 1~2, 3~4, 5~6을 각각 Zone I, II, III으로 했을때 1~2월의 수온은 灣入口인 Zone I을 향할수록 수온이 높아지고 있으며 內灣인 Zone III에서는 낮게 分布 하고 있다. 그러나 3월부터 9월까지는 반대로 Zone III으로 향할수록 수온이 높아진다 (Fig. 2). 즉 봄부터 가을까지 그리고 늦가을부터 겨울까지는 각각 같은 경향으로 수온이 변화하고 있었다. 月別, 水深別 水溫 變化는 定點別로

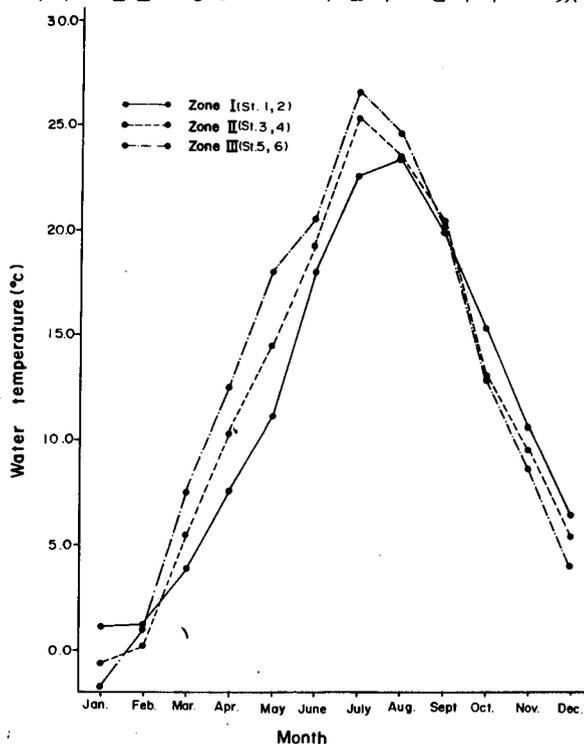


Fig. 2. Monthly variation of water temperature in Garolim Bay in 1981.

1월에 정점 2, 3, 6에서 수온의 수직변화가 없었으며 정점 1에서는 표층보다 중층과 저층에서 약간 높았다.

정점 4에서는 뚜렷한 樣相이 없었으나 정점 5에서는 수온의 수직분포가 비슷하였다. 2월에는 前記한 바와 같이 정점 1, 2에서 정점 5, 6보다 平均水溫이 $0.5 \sim 1.0^{\circ}\text{C}$ 가 높았으며 정점 3, 4는 0.2°C 로 均一하였다. 다만 정점 6의 表層 水溫 2.3°C 는 특기할만한 數值로 생각된다. 3월의 정점간 수온의 차가 2월보다 심하여 最高 4.2°C 까지 차이가 있으며 內灣으로 향할수록 높아지고 있었다. 그러나 水深別 수온은 저층으로 갈수록 전반적으로 1, 2월과 같은 경

Table 1. Distribution of water temperature in Garolim Bay in 1981 (°C).

Station	Depth (m)	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1	S (0)	1.0	1.2	3.9	7.2	11.0	17.2	22.2	23.9	19.6	15.8	11.1	6.8
	M (8)	1.7	1.2	3.5	7.0	10.8	16.3	21.0	23.0	19.2	15.8	10.9	6.8
	B (16)	1.7	1.2	3.5	7.0	10.7	16.0	20.9	22.9	19.0	15.6	10.9	6.8
2	S (0)	1.2	1.2	3.9	8.1	11.3	18.8	23.0	24.9	20.3	15.0	10.2	6.4
	M (6)	1.2	0.7	3.9	7.6	10.7	17.4	22.2	23.2	19.3	14.0	10.0	6.2
	B (12)	1.2	0.7	3.8	7.4	10.9	17.4	21.8	22.9	19.3	13.9	10.1	6.2
3	S (0)	-0.1	0.2	5.2	10.2	12.9	17.4	25.1	23.0	20.2	13.2	9.9	6.0
	M (6)	-0.1	0.2	4.9	10.0	12.6	16.0	23.6	22.9	20.0	13.0	9.8	5.9
	B (12)	-0.1	0.2	4.9	10.0	12.3	15.7	12.0	22.9	19.9	12.9	9.3	5.9
4	S (0)	-0.2	0.2	5.8	10.3	15.8	21.1	25.7	24.0	20.9	13.0	9.3	5.1
	M (3)	-0.4	0.2	5.6	11.0	14.4	18.5	25.3	23.2	20.3	12.9	9.3	5.1
	B (6)	-0.3	0.2	5.6	11.0	14.4	18.1	24.8	22.9	20.4	12.9	9.2	5.1
5	S (0)	-0.9	0.7	7.2	12.3	16.8	20.0	26.2	24.5	20.2	12.9	9.0	4.8
	M (4)	-0.9	0.7	6.3	11.9	16.5	18.3	26.1	23.5	20.2	13.0	9.1	4.7
	B (8)	-0.8	0.7	6.5	11.6	16.4	19.9	25.6	23.4	20.1	13.0	9.1	4.8
6	S (0)	-1.0	2.3	7.7	12.7	19.3	21.1	27.1	24.8	20.3	13.0	8.5	3.5
	M (4)	-1.0	0.2	7.2	12.6	18.1	20.2	27.1	24.5	20.3	13.0	8.7	3.5
	B (8)	-1.0	0.2	7.0	12.6	17.9	20.2	27.1	24.4	20.2	12.9	9.1	3.7

S : surface, M : middle, B : bottom

향이었다. 4월에는 Zone I에서 Zone III으로 갈수록 수온이 높아져서 그 차가 5°C를 넘었다. 5월에는 이와 같은 現象이 더욱 심하여 정점간 수온의 차이가 8°C를 넘었다. 수온의 수직분포에서는 3~4月보다도 더 뚜렷하게 상층수온이 높은 경향이었으며 특히 内灣에서 그 차이가 컸다.

6~9月사이의 정점간 수온변화도 만 입구에서 내만으로 갈수록 높아져서 정점간의 수온차이가 컸다. 또 7월의 정점 6에서는 조사기간중 최고치인 27.1°C를 기록하였으며 그 이후에는 下降하고 있었다. 10월부터 12월까지의 만 입구(st.1)가 내

만(st.6)보다 약 3.0℃ 가량 높았으며 수심별 수온변화는 0.5℃ 미만으로 거의 균一한 分布를 하고 있었다.

1.2. 鹽分度

조사기간중 鹽分度는 최저 30.05% (9월 정점 6의 중층)에서 최고 32.19% (3월 정점 2의 중, 저층)이었으며 평균 31.81%였다 (Table 2). 전체적으로 보면 灣의 入口인 정점 1, 2에서 비교적 높은 鹽分度를 보이고 있으며 정점 5, 6에서 약간 낮은 값을 보인다. 이와같은 경향에 근거하여 정점 1, 6의 鹽分度와 全 定點의 平均 鹽分度를 月別로 比較하였다 (Fig. 3). 1월에 外灣인 정점 1에서 31.95~32.05%로 가장 높았고 정점 6에서는 31.82~31.91%로 가장 낮아 두정점간 차이는 0.13~0.14%였다. 이와같은 경향은 2월에도 마찬가지였다. 3월부터 6월까지는 정점 1, 6, 그리고 月平均 鹽分度가 거의 비슷한 數値로 32.04% (5월평균)에서 32.10% (6월 평균)로 變化의 幅은 좁았다. 7월부터 10월까지 정점 1과 6의 鹽分度 차이는 심하였다. 즉 7월 정점 1에서 31.83~32.10%을 보인 반면 정점 6에서 30.75~30.83%

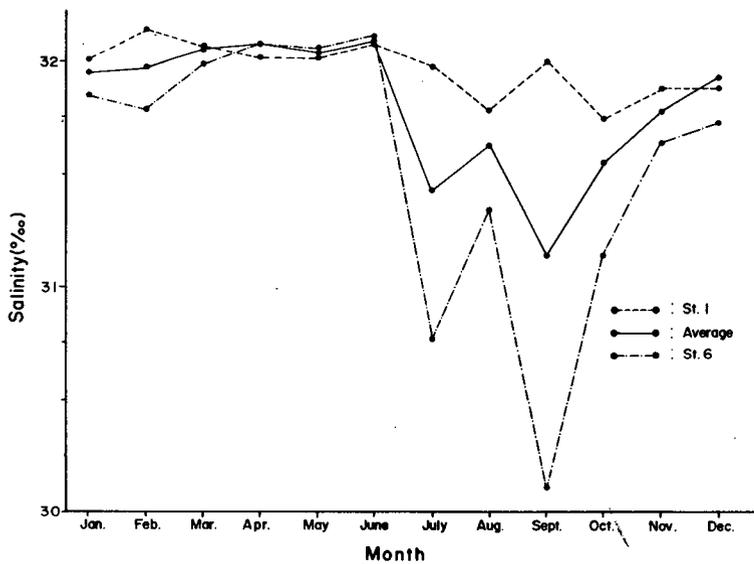


Fig. 3. Monthly variation of salinity in Garolim Bay in 1981.

로 1.08~1.27%의 차이가 있었으며 全 定點의 平均 鹽分度는 31.43%였다. 8월에는 平均 鹽分度가 약간上昇하였으나 정점 1의 鹽分度는 7월 보다 오히려 낮아졌으며 정점 6은 반대로 높았다. 9월의 경우 정점 1은 8월보다 약간 增加하여 31.98~32.02%이었으나 정점 6에서는 8월보다 鹽分度の 값이 떨어져 30.05~30.18%를 기록하여 두정점간 차이는 1.84~1.94%로서 조사기간중 가장 큰 變化幅이었다.

Table 2. Distribution of salinity in Garolim Bay in 1981 (‰).

Station	Depth (m)	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1	S (0)	31.95	32.13	32.08	31.99	32.07	32.07	31.83	31.71	32.02	31.73	31.84	31.81
	M (8)	32.05	32.14	32.07	32.01	32.01	32.10	32.02	31.86	31.98	31.76	31.81	31.91
	B (16)	32.02	32.15	32.05	32.07	32.05	32.10	32.10	31.81	32.00	31.77	31.99	31.93
2	S (0)	32.07	32.03	32.06	32.10	31.99	32.11	31.38	31.65	31.99	31.66	31.82	31.93
	M (6)	32.10	32.15	32.19	32.21	32.21	32.08	31.71	31.58	31.97	31.72	31.80	31.92
	B (12)	32.06	-	32.19	32.14	32.16	32.11	31.93	31.95	31.98	31.68	31.80	31.92
3	S (0)	31.92	31.96	32.16	32.11	32.05	32.08	31.41	31.85	31.35	31.68	31.80	31.94
	M (6)	31.98	32.07	32.07	32.03	32.05	32.09	31.61	31.72	31.27	31.71	31.77	31.95
	B (12)	31.99	32.04	32.01	32.04	32.02	32.07	31.75	31.73	31.39	31.70	31.84	31.96
4	S (0)	31.96	32.11	32.00	32.03	32.02	32.13	31.35	31.48	30.76	31.56	31.78	31.90
	M (3)	32.02	32.07	32.08	32.09	32.06	32.09	31.39	31.59	30.92	31.58	31.76	32.00
	B (6)	31.96	32.09	32.10	32.14	32.05	32.08	31.38	31.72	30.97	31.60	31.77	31.93
5	S (0)	31.79	31.44	32.02	32.03	31.98	32.09	30.96	31.43	30.46	31.46	31.71	31.92
	M (4)	31.80	32.01	32.02	32.01	32.04	32.07	31.27	31.61	30.57	31.49	31.81	31.96
	B (8)	31.87	31.73	32.07	32.16	32.03	32.08	31.25	31.68	30.61	31.45	31.79	31.97
6	S (0)	31.97	31.63	31.93	32.08	32.09	32.13	30.75	31.29	30.09	30.99	31.55	31.95
	M (4)	31.82	31.86	31.99	32.02	32.03	32.13	30.75	31.42	30.05	31.15	31.63	31.92
	B (8)	31.83	31.88	32.05	32.14	32.06	32.10	30.83	31.34	30.18	31.27	31.73	31.92

S: surface, M:middle, B:bottom

10월부터는 점차 변화 폭이 좁아져 11월에는 두점간의 차이가 불과 평균 0.24 ‰였다. 12월에는 정점 1, 6보다 전 정점의 평균 염분도가 약간 높았다.

1.3. 浮游物質

본 해역에서의 浮游物質의 년중 변화는 계절과 정점에 따라 變化幅이 컸다. 즉 1월 정점 4의 0.17 mg/l가 最少였고 2월 정점 2에서 26.41 mg/l를 보여 最大值

를 기록하였다 (Table 3). 월별變化를 보면 4월에 전 정점에서 0.35 ~ 1.16 mg/l의 낮은 값을 보였으며 12월에는 5.95 ~ 22.28 mg/l의 높은 값을 보여 약 20배의 차이가 있었다. 정점별 變化 樣相을 보면 1월정점 1, 2에서 14.43 ~ 16.62 mg/l /l를 보인 반면 정점 3~6에서는 0.17 ~ 2.83 mg/l를 보여 灣入口가 훨씬 높았으며 이와같은 傾向은 12월에도 있었다. 그러나 다른 調査期間에서는 이러한 傾向을 찾기 어려웠다.

Table 3. Distribution of suspended matter in surface water of Garolim Bay in 1981 (mg/l).

Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean
1	16.62	2.05	2.68	1.16	2.75	0.36	1.22	7.74	6.16	10.25	5.87	22.28	6.60
2	14.43	26.41	0.63	0.79	0.93	2.35	5.41	12.09	7.95	8.34	6.06	11.94	8.11
3	1.74	6.29	6.94	0.62	1.59	1.05	3.63	12.31	7.48	7.3	6.32	10.14	5.45
4	0.17	1.83	0.21	1.13	6.48	0.31	1.62	8.14	5.94	9.47	6.86	5.95	4.01
5	2.04	8.51	0.81	0.35	1.44	1.58	3.03	8.92	7.72	7.08	7.08	0.38	4.83
6	2.83	1.71	2.05	0.73	5.70	2.13	4.91	7.93	7.1	8.81	7.5	7.44	4.90
Mean	6.31	7.8	2.22	0.80	3.15	1.30	3.30	9.52	7.06	8.54	6.62	11.19	5.65

1.4. 透明度

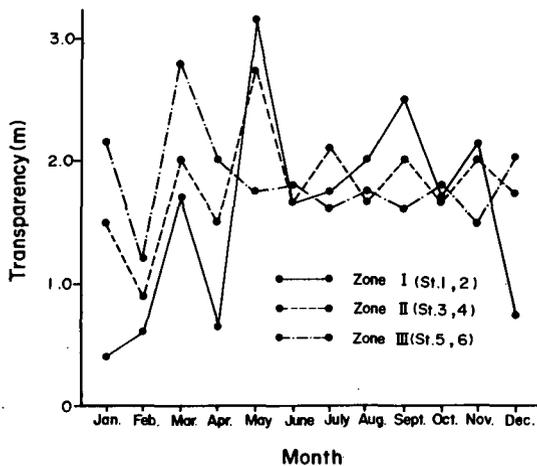


Fig. 4. Monthly variation of transparency in Garolim Bay in 1981.

본 조사에서 透明度는 최저 0.5 m (1월 정점 1)에서 3.5 m (5월 정점 2)까지 비교적 變化 幅이 좁았으며 年 평균 1.5 m를 보였다.

1~4월, 6월, 12월까지는 定點 5, 6에서 透明度가 가장 높았으며 定點 1, 2에서 낮은 分布를 보였다. 그러나 5월, 9월, 11월에는 정반대의 現象이 있었으며 나머지 달에는 뚜렷한 傾向이 없었다 (Fig. 4).

1.5. 溶存酸素

加露林灣에서의 溶存酸素의 變化는 9월 정점 6의 底層에서 5.4 mg/l로 最低였으며, 2월 정점 3의 表層에서 14.6 mg/l를 記錄하여 最高值였다 (Table 4). 또한 溶存酸素의 飽和狀態를 보면 72.59% (1월 정점 5의 저층)에서 125.10% (2월 정점 3의 表층)까지 범위가 넓었다 (Table 5). 月別 溶存酸素의 量과 飽和度를 보면 1월 溶存酸素의 量은 8.33~9.05 mg/l로서 포화도는 72.59~80.64%로 不飽和狀態였다. 그러나 2월에는 全 海域에서 溶存酸素의 量이 12.3~14.6 mg/l, 포화도 108.18~125.01%로 過飽和였다. 4월의 變化는 7.9~10.2 mg/l의 溶存酸素量과 80.02~96.40%의 飽和度를 보인 반면 3월, 5~7월까지는 飽和狀態였다. 8월 부터 12월까지는 全 海域에서 不飽和狀態였으며 용존산소의 量 또한 前記한 달보다 낮아 6.3~9.51 mg/l로서 낮은 값을 보였다. 정점별로 보면 뚜렷한 구분은 없었으나 灣入口인 정점 1, 2에서 포화도가 약간 높았다.

Table 4. Distribution of dissolved oxygen in Garolim Bay in 1981 (mg/l).

Station	Depth (m)	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1	S (0)	8.99	12.3	11.4	9.4	9.6	8.6	7.4	6.4	7.0	8.2	8.5	10.1
	M (8)	9.05	12.3	11.9	9.5	9.6	9.4	7.5	6.3	6.9	7.8	8.4	10.0
	B (16)	9.04	12.3	11.0	10.2	9.7	9.2	7.5	6.5	6.9	7.7	8.4	10.0
2	S (0)	8.74	12.3	10.6	8.4	9.2	8.6	7.3	6.3	6.9	8.3	8.5	9.7
	M (6)	8.83	12.5	11.0	8.5	9.6	8.8	7.4	6.3	6.8	8.0	8.4	9.8
	B (12)	8.83	12.6	11.2	8.6	9.3	8.6	7.5	6.4	6.8	8.0	8.4	9.7
3	S (0)	8.96	14.6	10.0	8.6	9.2	9.4	7.0	6.5	6.6	8.5	8.4	9.8
	M (6)	8.93	14.2	10.2	8.5	9.6	9.6	7.2	6.4	6.3	8.2	8.4	9.6
	B (12)	9.00	14.2	10.4	8.5	9.8	9.4	7.3	6.4	6.5	8.2	8.7	9.6
4	S (0)	8.55	13.1	10.0	8.5	8.2	8.8	6.9	6.4	6.2	8.3	8.4	9.3
	M (3)	8.59	13.0	10.2	8.4	8.5	8.8	7.0	6.5	6.1	8.2	8.4	9.4
	B (6)	8.67	13.4	10.4	8.4	8.6	8.6	7.0	6.6	6.2	8.1	8.7	9.4
5	S (0)	8.36	13.2	9.2	8.4	7.5	8.5	6.8	6.0	6.2	8.4	8.6	9.2
	M (4)	8.38	13.2	9.8	8.1	7.7	8.5	6.5	6.2	6.1	8.2	8.7	9.2
	B (8)	8.35	13.2	9.6	7.9	7.8	8.2	6.5	6.3	5.9	8.2	9.0	9.2
6	S (0)	8.34	13.2	10.2	8.1	7.1	8.3	6.3	6.0	6.2	8.6	8.7	9.0
	M (4)	8.37	13.2	10.2	8.1	7.3	8.3	6.5	6.0	6.0	8.5	9.0	9.0
	B (8)	8.33	13.2	10.4	8.2	7.4	7.9	6.5	5.9	5.4	8.5	9.1	9.1

S: surface, M: middle, B: bottom

Table 5. Percentage of dissolved oxygen saturation in sea water of Garolim Bay in 1981(%).

Station	Depth (m)	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1	S (0)	78.61	108.25	107.41	95.81	106.58	108.52	102.39	91.20	92.44	100.44	94.48	101.87
	M (8)	80.64	108.26	111.01	96.40	106.13	116.56	101.65	88.44	90.42	95.56	92.95	100.93
	B (16)	80.54	108.26	102.70	103.53	107.03	113.40	101.51	91.06	90.09	93.97	93.05	100.94
2	S (0)	76.89	108.18	99.86	87.48	102.80	111.93	102.19	91.31	92.30	100.00	92.63	96.99
	M (6)	77.70	108.59	103.72	87.57	105.89	111.48	102.32	88.61	89.27	94.48	91.13	97.53
	B (12)	77.67	-	105.35	88.15	103.14	108.96	103.08	89.73	89.28	94.26	91.33	96.53
3	S (0)	76.08	125.01	97.32	93.89	106.41	119.08	101.67	91.23	87.79	98.70	90.92	97.08
	M (6)	76.27	121.68	98.49	92.35	110.33	118.32	102.00	89.61	83.45	94.84	90.71	94.88
	B (12)	76.87	121.65	100.38	92.35	111.80	115.15	102.41	89.61	86.00	94.63	92.94	94.88
4	S (0)	73.21	112.28	98.63	92.96	100.62	118.65	102.22	91.24	83.26	95.91	89.71	90.13
	M (3)	73.97	111.39	100.17	93.32	101.42	113.87	102.01	91.43	81.09	94.56	89.69	91.16
	B (6)	74.43	114.84	102.15	93.35	102.61	110.43	101.13	92.41	82.60	93.42	92.70	91.12
5	S (0)	72.83	114.12	93.79	80.01	93.85	113.14	100.38	86.26	82.04	96.80	91.18	88.53
	M (4)	73.01	114.57	97.82	91.80	95.82	109.56	95.96	87.68	80.77	94.71	92.51	88.34
	B (8)	72.59	114.35	96.31	88.94	96.87	108.94	95.14	88.97	77.99	94.69	95.69	88.56
6	S (0)	72.91	119.11	105.14	93.31	93.28	112.77	94.31	86.64	82.02	99.02	91.11	83.89
	M (4)	73.12	112.94	103.97	93.08	93.71	110.92	97.30	96.25	79.35	97.97	94.73	88.87
	B (8)	78.78	112.96	105.56	95.30	94.65	105.55	97.35	84.63	71.34	97.83	96.71	85.23

S: surface, M: middle, B: bottom

1.6. 考察

加露林灣의 物理·化學的資料를 分析해 보면 許 등(1980)의 結果와 마찬가지로 정점 1~2, 정점 3~4 그리고 정점 5~6으로 어느정도 區劃化되고 있었다. 이는 灣의 地形的인 特性에 따라 海水의 流動, 停滯등의 이유로 區劃化되는 것으로 생각된다.

年中 水温의 變化를 보면 1~2월, 10월~12월에는 灣入口인 정점 1~2에

서 항상 높고 3~9월에는 内灣인 정점 5~6에서 水温이 上昇하고 있었다. 許 등 (1980)은 이와 같은 現象이 2~8월에 나타난다고 報告한 바 있다. 이와 같은 現象은 内灣의 水深이 얇고 海水가 停滯되어 있기 때문이며 또 일반적으로 定點 5~6의 조사는 氣温이 높은 14~15時頃에 行해졌던 것도 한 理由라고 생각된다. 반면 水温이 下降하는 시기인 1~2월, 10월~12월에는 반대의 現象 이었다.

鹽分度의 年중 變化는 3~4월, 5~6월에 각 정점 共히 비슷하였으나 雨期인 7월부터 육수의 유입을 가장 많이 받는 内灣에서는 鹽分度가 灣入口보다 훨씬 낮았으며 특히 9월에는 2%정도나 차이가 있었다. 10~12월에도 鹽分度는 海水의 정체성으로 희석이 안되어 계속 内灣이 낮았다.

부유물질은 이 海역에서 潮汐混合(tidal mixing)이 매우 심하게 일어나 年중 어떤 樣相도 없었던 것으로 생각된다. 이와 같은 原因은 透明度에서도 마찬가지로 으며 海水가 정체되어 있는 정점 5~6에서 비교적 높았다.

본 海역에서는 2월, 6월을 제외하고 대체로 용존산소가 不飽和狀態였으며 특히 内灣인 정점 5~6에서 더욱 심하여서 水温의 분포와 유사 하였다.

가로림만의 물리·화학적조사는 許 등(1980)의 조사와 비교할 때 水温, 鹽分度, 浮游物質, 透明度의 變化는 거의 유사하였으나 용존산소의 포화도는 본 조사에서 불포화상태가 여러번 관측되었다. 따라서 加露林灣의 물리·화학적 環境요인의 變化는 매년 매월 週期的인 變化를 하고 있는 듯 하다.

2. 生物学的 特徵

2.1. 基礎生産力(Chlorophyll a)

본 조사기간중 Chlorophyll a의 變化는 전반적으로 낮은 값을 보이고 있었 으며 最低 $0.02 \text{ mg}/\text{m}^3$ (1월, 3월, 정점 5)에서 最高 $1.98 \text{ mg}/\text{m}^3$ (12월, 정점 1)이 었다(Table 6). 그러나 5월 정점 3에서 $23.24 \text{ mg}/\text{m}^3$ 은 다른 달과 정점의 측정치 로 볼때 특이한 결과로 생각된다. 月別變化를 보면 7월에 月平均 最高值 $1.16 \text{ mg}/\text{m}^3$ 이었 으며 1월에 $0.24 \text{ mg}/\text{m}^3$, 3월에 $0.21 \text{ mg}/\text{m}^3$ 로 비교적 낮은 값을 기록하였다.

2, 4, 6월은 $0.48 \sim 0.56 \text{ mg}/\text{m}^3$ 의 範圍였으며, 5월과 8~12월은 $0.68 \sim 0.94 \text{ mg}/\text{m}^3$ 의 分布를 하고 있었다. 정점별 分布樣相은 1~4, 6, 9~12월에 灣入口 인 정점 1~2에서는 内灣인 정점 5~6보다 약간 높은 Chlorophyll a의 含量을 보

이고 있으며 나머지 달과 정점에서는 뚜렷한 分布의 樣相은 없었다.

Table 6. Distribution of chlorophyll *a* content in surface water of Garolim Bay in 1981 (mg/m^3).

Station	Month											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1	0.54	0.68	0.54	0.69	-	0.61	0.03	0.70	0.79	0.61	0.84	1.98
2	0.32	0.44	0.15	0.80	0.34	0.56	1.24	0.75	0.74	0.65	0.49	0.83
3	0.18	0.40	0.15	0.62	23.24	0.49	1.14	0.79	0.65	0.88	0.53	0.67
4	0.18	0.54	0.19	0.40	1.74	0.47	1.20	0.70	0.65	0.88	0.44	0.53
5	0.02	0.43	0.02	0.43	0.13	0.42	1.41	0.75	0.75	0.56	1.26	0.78
6	0.21	0.41	-	0.40	1.30	0.45	1.96	0.70	0.65	0.56	0.50	0.86

2.2. 植物性 浮游生物

本 조사기간중 출현한 植物性浮游生物은 硅藻類 60種類, 雙鞭毛藻類 2種類 및 유우글레나 1種類로 구성되어 있었으며, 構成比로 볼 때 硅藻類가 95%를 차지하여 월등하였다 (Table 7).

이 海域에서 植物性浮游生物의 代表種은 出現頻度로 볼때 許 등 (1980)의 結果와 마찬가지로 *Chaetoceros debilis*, *Coscinodiscus radiatus*, *Ditylum brightwellii*, *Rhizosolenia delicatula* 및 *Skeletonema costatum*도 今年조사에서 出現頻도가 높았다.

Table 7에서 보는바와 같이 出現種의 棲息地別 分布를 보면 沿岸性 65%, 外洋性 20%, 沿岸-外洋性 1.16% 그리고 淡水 및 汽水性은 8.4%로 구성되어 있었다. 月別 出現種數는 10월에 27種類로 가장 많았고 6월에는 10종류로 가장 낮은 數值였으며 平均 20種類였다 (Fig. 5).

월별 出現頻도가 높은 種類를 보면 1~4월에 *Paralia sulcata*가 전 정점에서 우

Table 7. Monthly occurrence of phytoplankton communities in Garolim Bay in 1981.

Species	Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Habitat
<i>Achnanthes longipes</i>			+											N
<i>Actinopterychus seranius</i>		+	+		+			+					+	N
<i>A. splendens</i>			+		+						+	+	+	N
<i>Amphiprora gigantea v. sulcata</i>										+	+	+	+	N
<i>Amphora hyalina</i>			+		+			+	+				+	O
<i>Asterionella gracialis</i>		+				+		+		+	+		+	N
<i>A. kariana</i>						+								O
<i>Bacillaria paxillifer</i>						+	+			+	+	+	+	N
<i>Biddulphia aurita</i>		+			+	+							+	N
<i>B. mobiliensis</i>												+		N
<i>B. sinensis</i>			+											O
<i>Cerataulina bergonii</i>									+	+	+			N
<i>Chaetoceros affinis</i>											+			N
<i>C. compressus</i>										+				N
<i>C. debilis</i>		+		+				+		+	+	+	+	N
<i>C. gracilis</i>											+	+		N
<i>C. decipiens</i>				+							+			N-B-O
<i>C. laevis</i>									+					N
<i>C. pendulus</i>				+										O
<i>Corethron criophilum</i>										+				O
<i>Coccinodiscus asteromphalus</i>			+		+									O
<i>C. centralis v. pacifica</i>		+												O
<i>C. nitidus</i>						+								N
<i>C. radiatus</i>		+	+	+	+					+	+	+	+	N-O
<i>Cylindrotheca closterium</i>		+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	O
<i>Diploneis splendida</i>							+							O
<i>Ditylum brightwellii</i>		+		+	+	+		+		+	+		+	N
<i>D. sol</i>		+		+	+	+		+		+	+		+	N
<i>Eucampia zodiacus</i>					+		+							N
<i>Leptocylindrus danicus</i>				+		+		+		+	+			N
<i>Licmophora abbreviata</i>		+	+		+	+				+				N
<i>Melosira numuloides</i>		+	+	+										N
<i>Navicula distans</i>		+		+	+		+	+	+	+	+		+	N
<i>N. elegans</i>			+											N-O
<i>N. membranacea</i>								+	+		+			N
<i>N. placentula</i>			+	+	+	+		+		+				F
<i>Nitzschia delicatissima</i>					+	+	+	+		+		+		N
<i>N. longissima</i>				+	+	+				+		+		N-O
<i>N. pungens</i>						+	+			+	+	+	+	N-O
<i>N. spectabilis</i>		+	+		+	+				+	+	+	+	N-O
<i>N. vitrea</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N
<i>Paralia sulcata</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N
<i>Pleurosigma elongatum</i>				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N
<i>P. normanii</i>		+		+		+		+	+	+	+	+	+	N
<i>Rhizosolenia delicatula</i>						+				+	+	+	+	N
<i>R. hebetata f. semispina</i>														N
<i>R. imbricata</i>										+				N
<i>R. indica</i>														X
<i>R. setigera</i>						+		+					+	N
<i>R. stolterfothii</i>										+	+			N-O
<i>Schroederella delicatula</i>		+		+										N
<i>Skeletonema costatum</i>		+		+		+		+	+	+	+	+	+	N
<i>Streptotheca tamesis</i>										+				O
<i>Thalassionema nitzschioides</i>			+	+	+	+	+	+					+	N
<i>Thalassiosira decipiens</i>											+			N
<i>T. exentrica</i>			+		+									O
<i>T. hyalina</i>			+	+						+	+			N
<i>T. polychorda</i>			+	+	+	+								N
<i>T. subtilis</i>			+								+			O
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>		+	+	+	+	+	+						+	N
<i>Ceratium fusus</i>								+	+					
<i>C. lineatum</i>									+	+				
<i>Eutreptiella sp.</i>				+										

N: neritic, O: Oceanic, B: Brackish, F: Fresh waters

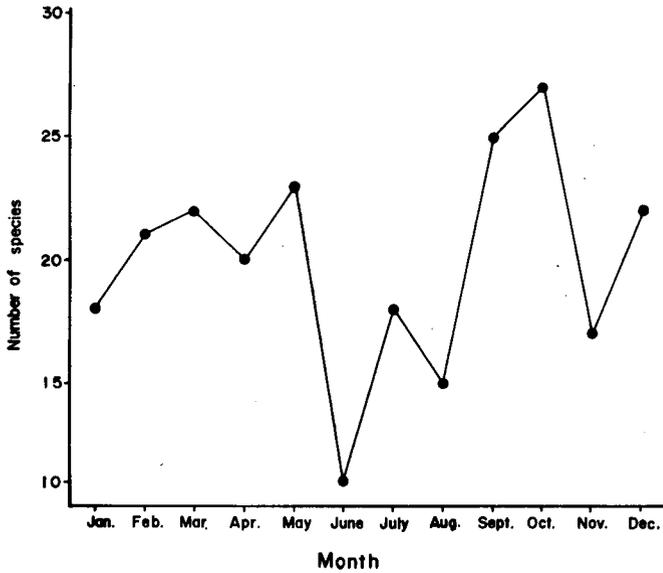


Fig. 5. Monthly variation in number of phytoplankton species in Garolim Bay in 1981.

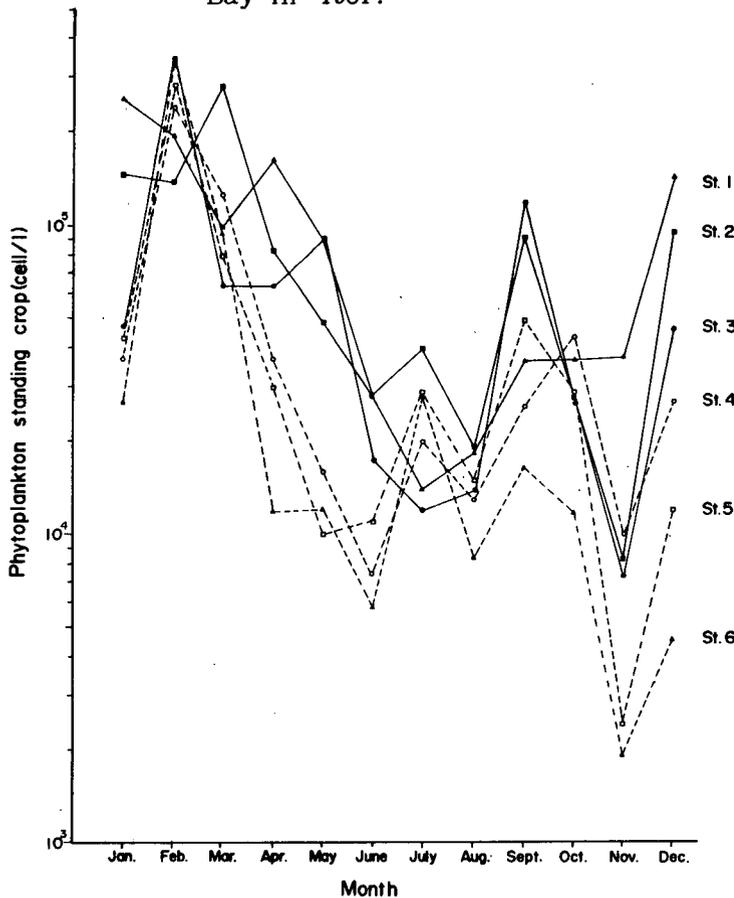


Fig. 6. Monthly variation of phytoplankton standing crop in Garolim Bay in 1981.

세하게 나타났으며 이는 5월까지 지속되었으나 4~5월에 내만인 정점 5~6으로 향할수로 *Thalassionema nitzschioides*의 출현이 현저하였다. 7월에는 *Skeletonema costatum*이 각 정점에서 우세하였으나 *Paralia sulcata*도 出現頻도가 높았고 이는 8월까지 연속되었다. 9월 *Chaetoceros debilis*가 정점 2, 3에서 압도적으로 출현하였고 10~12월까지는 역시 *Paralia sulcata*가 1~4월처럼 우세하게 출현하였다.

年中 植物性浮游生物의 現存量의 變化를 보면 最低 932 cell/l (11월, 정점 6)에서 最高 346,491 cell/l (2월, 정점 3)으로 변화폭이 상당히 컸으며 定點間차이 또한 심하였다 (Fig. 6).

灣入口나 中央 그리고 灣内部 등과 같이 조사 정점의 위치가 비슷하면 식물성 부유생물의 현존량 변화양상도 비슷하였다. 정점 1, 2의 現存量은 항상 높았고 정점 5, 6은 낮아 정점 간 區界가 명확하였다.

2.3. 動物性 浮游生物

2.3.1. 個體數의 變化

본 調査期間中 加露林灣에서의 動物性 浮游生物의 個體數는 1월 定點4에서 71 個體/ m^3 로 最低값을 나타내었으며 4월 定點6에서 22,769 個體/ m^3 로 最高값을 나타내었다. 월별 出現個體數의 조사정점간의 平均은 1월이 138 個體/ m^3 로 가장 적었으며 4월이 10,252 個體/ m^3 로 最高값을 나타내어 월별 變化 폭이 컸다. 대체로 水温이 낮았던 가을과 겨울에 平均 1,000 個體/ m^3 이하의 적은 個體數가 나타났고 最高치가 나타난 4월을 포함하여 봄과 여름에 5,000 個體/ m^3 이상의 많은 個體數가 나타났다 (Table 8, Fig. 7).

定點 1~3 사이의 調査海域 즉 灣의 입구 쪽에서는 動物性 浮游生物 個體數의 계절에 따른 變化樣相은 1월 부터 점차 증가하여 6월에 最高의 出現個體數를 나타내었으며 8월까지는 대체로 많은 양의 出現량을 나타내었으나 그 후 9월 부터 12월까지는 점차 감소하는 傾向을 보였다. 그러나 定點1에서는 6월에 最高의 出現 個體數를 나타낸 후 12월까지 점차 감소하는 樣相을 나타내어 定點2와 3에 비하여 비교적 단순한 季節變化를 나타내었다.

定點4~6 사이의 灣의 안 쪽 海域에서는 4월에 卓越한 出現個體數가 나타나 全 定點에서 18,000 個體/ m^3 이상을 기록하였다. 이러한 卓越한 出現個體數는 5월에는 급격히 감소하였고 8월에는 定點4와 5에서 약간 증가하여 定點1과 6을 제외한 加露林灣의 全域에서 대체로 높은 出現個體를 기록하였다.

1980년 4월 부터 12월까지의 出現량의 季節變化(許等, 1980)와 今年 調査結果를 比較해 보면 定點1과 3에서는 出現량의 季節變化가 1980년과 1981년에 거의 같은 樣相을 나타내었으며 그 외의 定點에서는 類似性이 발견되지 않았다. 한편 出現

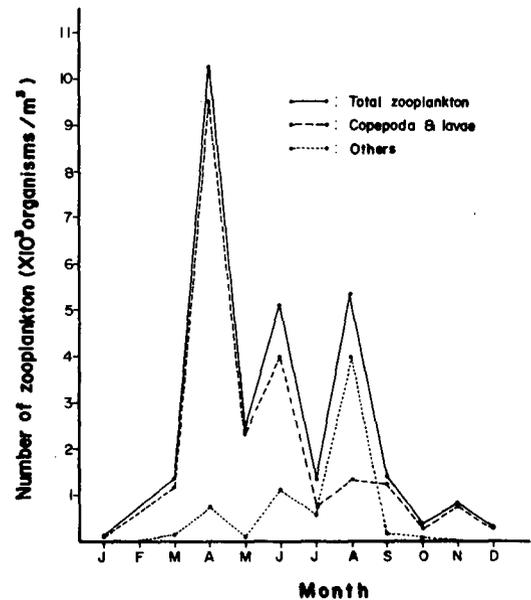


Fig. 7. Seasonal fluctuation of zooplankton communities in Garolim Bay in 1981.

량에 있어서는 대부분의 경우 금번 調査에서 1980년도 보다 越等히 많은 양이 나타
났다.(Fig. 8).

出現個體數의 水平分布를 보면 定點間的 차이가 가장 컸던 것은 4월로서 定點
6 과 2와의 차이가 20,000 個體/ m^3 이상에 달하였고 8월에도 定點5와 1의 차이

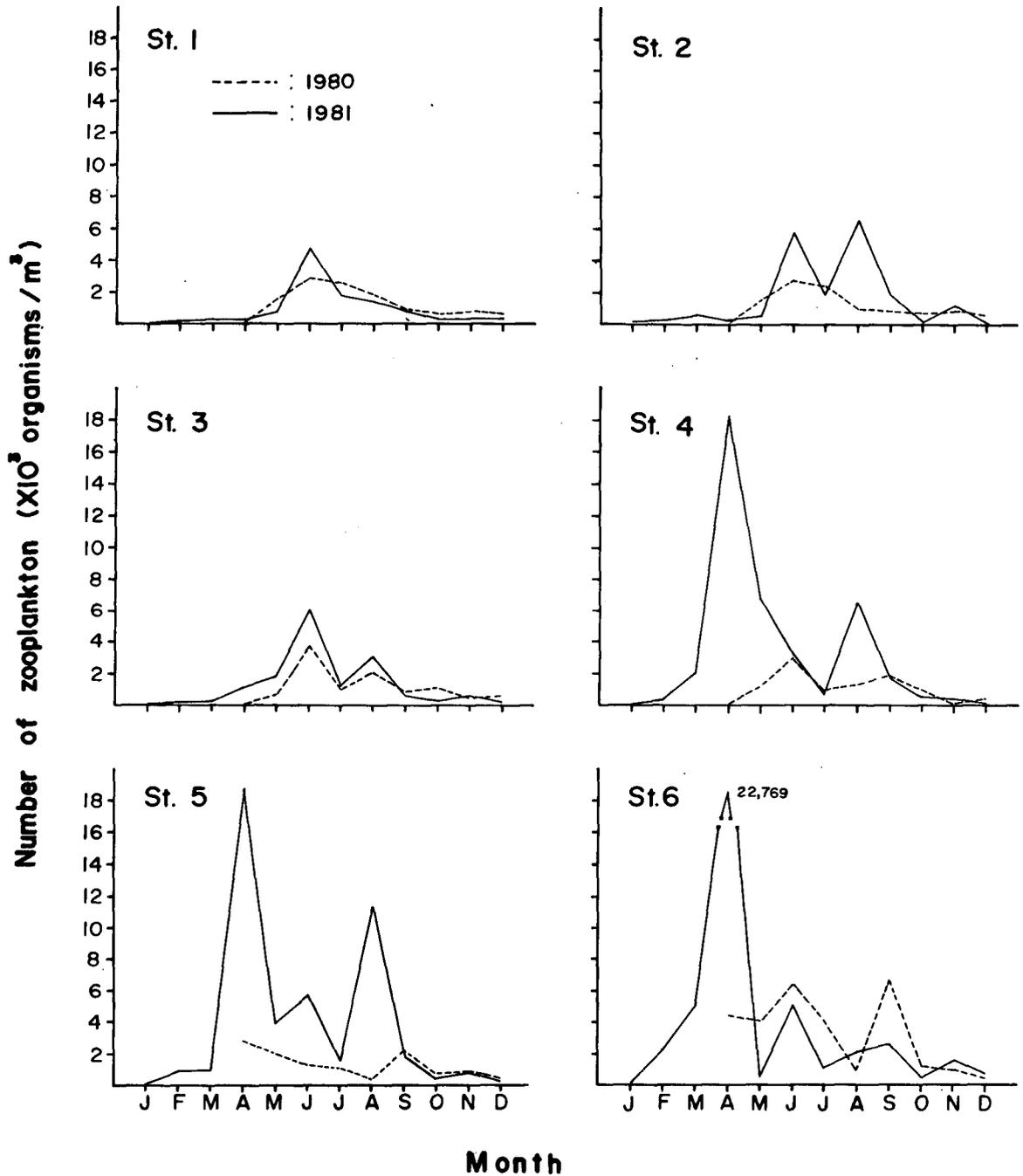


Fig. 8. Seasonal fluctuation in number of zooplankton at each sampling station in Garolim Bay in 1980 and 1981.

는 10,000 個體/ m^3 에 달하여 평균 出現個體數가 많았던 달에 定點別 차이도 크게 나타났다. 灣의 입구 쪽 海域과 안쪽을 비교하여 보면 1월, 6월과 7월에만 灣입구 쪽 海域에서 많은 動物性 플랑크톤이 나타났으나 그 차이는 비교적 적었다.

2.3.2. 出現 動物性 浮游生物

原生動物

調査期間中 原生動物은 *Noctiluca scintillans*, Tintinnida, Radiolaria, Foraminifera 등이 出現하였으며 (Table 8) 그 중 *N. scintillans*와 Tintinnida가 널리 出現하였다. 이들의 出現은 7월에서 9월에 걸쳐 비교적 水温이 높았던 여름철에 많았다. 그러나 이들의 전체에 대한 出現比率은 낮아서 9월의 경우 평균 5.5%이었으며 7월과 8월에는 전체의 3.0% 미만이었다. 대체로 보아 *N. scintillans*를 위시한 原生動物들은 灣의 입구 쪽 즉 定點 1, 2, 3 부근에서 많은 양이 나타났는데 이러한 現象은 水温이 낮았던 時期에 더욱 뚜렷하였다.

Copepoda와 그 幼生

加露林灣에서 Copepoda와 그 幼生은 여름철(6~8월)을 제외하면 전체 動物性 浮游生物 出現量의 80% 이상을 차지하였으며 水温이 낮은 겨울철에는 전체의 90% 이상을 차지하는 높은 出現比率을 나타내었다.

따라서 여름철을 제외하면 加露林灣内の 動物性 浮游生物의 出現量은 Copepoda에 의해서 결정된다고 할 수 있겠다 (Fig. 9).

이들의 出現量은 1월 定點 4의 67 個體/ m^3 부터 4월 定點 6의 21,489 個體/ m^3 로 定點 및 季節別 變化가 심하였다. 調査期間을 통하여 灣의 입구 쪽 海域과 안 쪽 海域에서는 Copepoda의

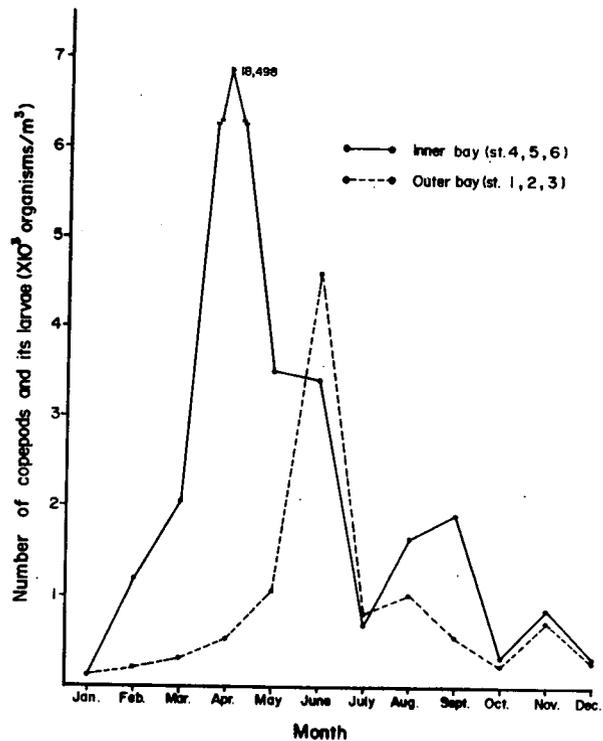


Fig. 9. Seasonal fluctuation of copepods and their larvae at inner and outer Garolim Bay in 1981.

Table 8. Number of zooplankton in Garolim Bay in 1981 (*Organisms/m³*)

Month	Year																																								
	January					February					March					April					May					June															
Species	Station	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6										
<i>Noctiluca scintillans</i>	1																																								
Tintinnida	1	3	4	1	1	8	7	1																																	
Foraminifera	1																																								
Nematoda	3	4	2	1	1	4	9	22	9	20	4	16	37	11	17	3	9	10	10	8	4	8	7	2	1	3	1	4	9												
Chaetognatha	3	4	2	1	1	4	9	22	9	20	4	16	37	11	17	3	9	10	10	8	4	8	7	2	1	3	1	4	9												
Ostracoda	3	4	2	1	1	4	9	22	9	20	4	16	37	11	17	3	9	10	10	8	4	8	7	2	1	3	1	4	9												
Cladocera	148	163	116	66	118	179	198	171	241	255	917	2,377	250	417	266	693	823	4,600	244	222	1,101	17,965	15,991	21,475	782	566	1,838	6,499	3,504	387	4,109	4,312	3,352	2,545	4,954	2,706					
Copepoda larvae	1																																								
Amphipoda	1																																								
Tunicate	1																																								
Polychaete larvae	1	1	1																																						
Decapoda larvae	1																																								
Cirripedia larvae	1																																								
Trochophora larvae	1																																								
Veliger larvae	1																																								
Echinopluteus larvae	1																																								
Fish egg.	1																																								
TOTAL	156	173	125	71	120	181	217	193	265	268	941	2,385	280	469	284	1,022	917	5,094	270	250	1,275	18,489	18,661	22,769	797	573	1,899	6,706	5,924	568	4,660	5,859	6,169	5,143	5,843	5,119					
Month	Year																																								
Species	Station	July					August					September					October					November						December													
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
<i>Noctiluca scintillans</i>	1																																								
Tintinnida	30	29	107	30			22	37	7	9	156	79	17	90	70	21	10	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
Foraminifera	1																																								
Chaetognatha	15	2	2																																						
Ostracoda	4	8	6	7																																					
Cladocera	1,111	692	662	390	1,244	405	658	1,300	1,117	1,024	1,925	2,002	476	714	497	1,631	1,597	2,527	224	164	340	288	325	380	314	1,225	633	375	586	1,665	312	194	332	179	193	600					
Copepoda larvae	1																																								
Amphipoda	1																																								
<i>Zoea/fer raymondii</i>	2	1	2	6	7	3	7																																		
Tunicate	5	6	2	2																																					
Lingular larvae	5																																								
Polychaete larvae	217	546	57	34	180	655	496	4,982	1,647	5,304	9,559	862	5	6	12	5	17	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
Alima larvae	1																																								
Cirripedia larvae	301	537	407	73	25	14	75	83	110	71	27	18	42	54	35	36	120	44	8	10	51	149	60	31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
Trochophora larvae	5	14	2	2	4	7	9	15	7	62	27	12	14	26	11	5	6	16	42	8	1	2	2	2	2	8	20	5	6	6	4	4	4	2	1	1					
Veliger larvae	10	8	9	15	4																																				
Echinopluteus larvae	1																																								
Actinotrocha larvae	1																																								
Ascidian larvae	1																																								
Fish egg.	6	2																																							
TOTAL	1,705	1,845	1,270	567	1,471	1,101	1,321	6,471	3,110	6,541	11,620	2,990	753	919	592	1,796	1,825	2,625	295	202	398	446	395	420	353	1,257	637	385	604	1,695	332	207	345	185	198	602					

出現量은 1월부터 증가하여 4월에 最大의 出現量을 나타내었고 7월까지는 감소하나 8월과 9월 두 달에 걸쳐 증가하였고 10월에 다시 감소하는 樣相을 나타내었다.

그러나 입구 쪽 海域에서는 1월 부터 5월까지는 완만한 증가를 나타내었으나 6월에 들어서서 갑자기 증가하였고 7월에 급격히 감소하였다가 8월에 다시 약간 증가하는 樣相을 나타내었다(Fig. 9).

出現한 Copepoda는 17屬 35種이 同定되었는데 그 중 *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus*, *Eurytemora pacifica*와 *Harpacticus uniremis* 등이 優占種으로 出現하였던 種들이었다(Fig. 10). *A. clausi*는 水溫이 낮았던 겨울철 12월~1월 에 優占種으로 나타났으며 *P. parvus*는 3월과 4월 그리고 7월~10월 사이의 期間에 優占種으로 나타났다. *H. uniremis*는 水溫이 낮았던 2월과 12월에 定點 5와 6에서 다량 出現하였는데 그 分布가 灣의 안 쪽 깊숙한 곳에 국한되었었다.

한편 *E. pacifica*는 봄 철인 3월~5월에 出現하였는데 3월에는 定點6에서 4월에는 정점 3~6 사이의 海域에서 그리고 5월에는 定點1을 제외한 灣 전체에서 優占種으로 나타났다. 특히 4월 定點4, 5, 6에서의 動物性 浮游生物의 大量發生은 거의 *E. pacifica* 단일종에 의한 것으로 매우 특이한 現象이라 하겠다.

其他 動物性 浮游生物

其他 動物性 浮游生物 중 重要한 것은 Chaetognatha, Cirripedia larvae, Decapoda larvae, Veliger larvae, Polychaete larvae 등이었으며 그 외 多樣한 海洋無脊椎動物의 幼生들도 나타났다. 이 들의 出現量은 10個體/ m^3 이하의 적은 양이 나타났던 경우가 여러번 있었으며 최대의 出現量은 8월 定點5에서 9,681個體/ m^3 로 나타났다.

이들의 出現 種類數와 個體數는 水溫이 낮았던 겨울철에는 거의 무시할 수 있을 정도로 빈약하였다. 6월 부터 8월에 걸친 기간에 이 들의 出現은 뚜렷하였는데 특히 8월에 이 들의 出現比率이 높아서 전 조사정점 평균치의 71.3%에 달하였다. 6월과 7월에는 Decapoda larvae와 Cirripedia larvae의 出現이 많았으며 8월에는 Zoea larvae의 出現이 卓越하였는데 특히 定點5에서는 Zoea larvae의 出現量이 9,559個體/ m^3 로 전체의 82.3%에 달하기도 하였다.

Species	Month											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
<i>Calanus finmarchicus</i>												
<i>C. sinicus</i>												
<i>Euchaeta longicornis</i>												
<i>Paracalanus parvus</i>												
<i>Centropages tenuiremis</i>												
<i>C. memurich</i>												
<i>C. longicornis</i>												
<i>Pseudodiaptomus marinus</i>												
<i>Eurytemora pacifica</i>												
<i>Calanopia thompsoni</i>												
<i>Labidocera detruncata</i>												
<i>L. euchaeta</i>												
<i>L. pavo</i>												
<i>L. minuta</i>												
<i>L. japonica</i>												
<i>L. kroyeri</i>												
<i>L. bipinnata</i>												
<i>Pontella latifurca</i>												
<i>P. chierchiae</i>												
<i>Acartia pacifica</i>												
<i>A. erythraea</i>												
<i>A. spinicauda</i>												
<i>A. bifilosa</i>												
<i>A. clausi</i>												
<i>Tortanus forcipatus</i>												
<i>T. spinicaudatus</i>												
<i>T. vermiculus</i>												
<i>Oithona nana</i>												
<i>O. similis</i>												
<i>Corycaeus affinis</i>												
<i>C. gibbulus</i>												
<i>Microsetella norvegica</i>												
<i>Euterpina acutifrons</i>												
<i>Tigriopus japonicus</i>												
<i>Harpacticus uniremis</i>												

Fig. 10. Occurrence of Copepod species in Garolim Bay in 1981.

2.4. 游泳生物 (魚類)

2.4.1. 出現種의 構成

조사기간중 출현한 어류는 모두 46種으로 三重棘網에서 28種, 底引網에서 27種, 醃旋網에서 24種이 출현하였다. 2種의 軟骨魚類(까치상어, 흥어)를 제외하고는 모두 硬骨魚類였고 3월 醃旋網에서 漁獲된 은어를 제외하고는 모두 海産種이었다.

계절별로는 봄의 4월이 22種으로 가장 많이 출현했고 겨울의 12월이 5種으로 가장 貧弱했다(Table 9). 加露林灣에서 비교적 年中 내내 출현하는 종류는 망둥어류와 가자미류이며 그 외의 종류는 계절에 따라 분포하는 경향이였다. 使用 漁具의 漁獲努力이 일정치 못해 출현종에 따른 定量分析은 불가능했으나 1981년도 瑞山郡 農水産部 統計事務所의 資料를 고려할때 加露林灣에서의 주 어종은 베도라치 치어, 망둥어류, 송어등의 순위이며 어종별 주 어획시기 및 어획량은 Table 10과 같다.

2.4.2. 卵·稚魚 月別分布

卵

조사기간중 출현 동정된 魚卵은 4種이었고 출현시기는 5~9월이였다. 전어, 멸치, 동갈양태류의 卵은 5~7월에, 서대류의 난은 9월에만 出現했다. 5월부터 출현한 卵은 6월에 최고의 出現量에 達한 後 9월까지 계속 감소하기 시작했다(Fig. 11).

5월에 출현한 卵은 内灣쪽 특히 定點 4, 5에서 가장 많이 출현했다. 主種인 전어 卵은 모든 定點에서 출현하나 定點4에서 13,667 個體/1,000 m³로 최고에 달했다. 멸치는 定點4, 5, 6에서만 출현했고 定點4에서 출현수가 가장 높았다. (71/尾/1,000 m³) 동갈양태류의 卵은 定點5, 6에서만 출현했고 同定하지 못한 卵이 内灣의 定點5, 6에서 1,000 m³當 139 個體와 135 個體씩 출현했다.

6월에는 年中 魚卵 출현량이 가장 높았고 만 入口쪽보다도 내만쪽에서 더욱 豊富했다. 5월의 경우와 달리 全 定點에서 출현했고 만 入口쪽으로도 많은 卵이 분포했다. 定點5에서 최고 6,917 個體/1,000 m³에 達한 멸치의 卵이 優點種이였고 그의 전어와 동갈양태류의 順이였다. 이 두 種도 전 정점에서 출현했으며 동갈양태류는 5월의 경우와 달리 만 入口의 定點1에서 가장 豊富했으며 내만으로 갈수록 減少되는 경향이였다.

전어와 멸치 2種만이 출현한 7월의 경우는 출현량이 6월에 비하여 감소되었

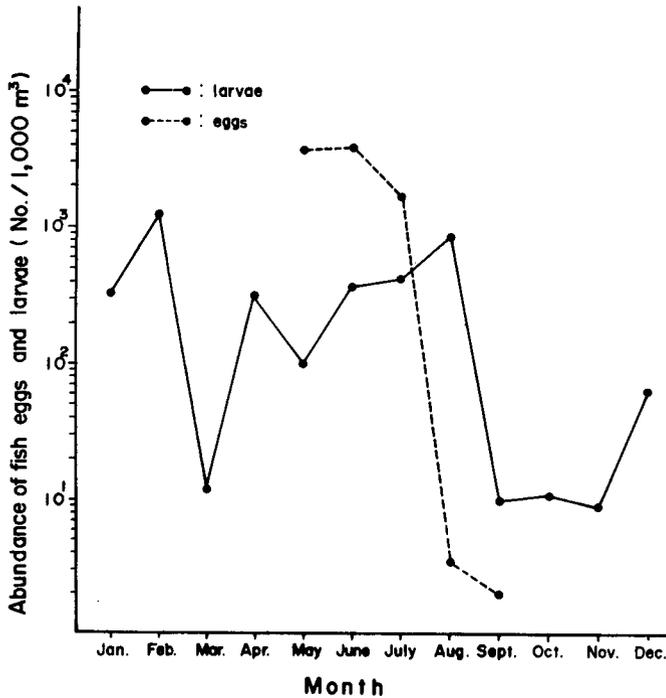


Fig.11. Monthly variation in total number of fish eggs and larvae in Garolim Bay in 1981.

稚魚

조사 기간중 출현 동정된 치어는 25종이며 月別 출현종은 4월이 8종으로 가장 높고 3월과 11월이 1종으로 가장 적게 출현했다. 월별 총 출현량은 2월 (1,253尾/1,000 m³)에 가장 높으며 11월 (9尾/1,000 m³)에 가장 낮았다. 3월의 貧弱한 치어 출현량은 5월의 경우를 제외하면 4월부터 8월까지 증가 경향을 보이며 9월에 急減少한 後 12월에 다시 增加하는 현상을 보였다 (Fig. 11). 月別, 定點別 稚魚 出現量은 Table 11과 Fig. 12와 같다.

1월에는 베도라치와 쥐노래미의 치어만이 출현했다. 主 分布

고 정점별 출현량은 灣 中央部인 定點3에서 가장 豊富하며 내만인 定點6에서 가장 貧弱했다.

8월에는 定點5를 除外한 전 정점에서 출현한 同定하지 못한 卵이 定點6에서 가장 많이 출현했다 (100 個體/1,000 m³). 이 卵의 직경은 약 1.16 mm였고, 油球는 하나며 그 직경은 약 0.24 mm였다.

9월에는 참서대류의 卵이 定點2에서만 출현했으며 (3 個體/1,000 m³) 박대의 稚魚가 定點1, 3, 4에서 출현했던 점으로 보아 이 卵도 박대의 卵으로 생각된다 (Table 11, Fig 12).

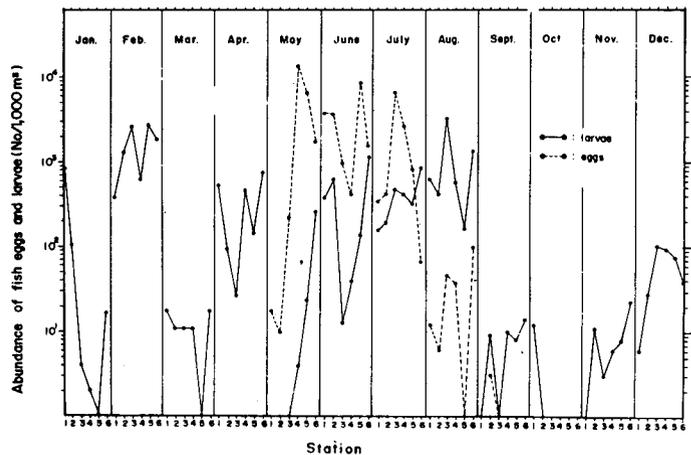


Fig.12. Monthly variation in number of fish eggs and larvae by station in Garolim Bay in 1981.

Table 10. Total production of fish species in Garolim Bay in 1980.

Species	Total Productions 尾	%	Major fishing month
Gunnels(larvae)	356.0	33.97	May
Gobies	150.2	13.91	Oct.
Mullet	103.5	9.59	Nov.
Sea eel	23.1	2.14	July
Rock fish	21.1	1.95	July
Flounder	18.4	1.70	May
Hickory shad	18.4	1.70	Apr.
Skate ray	15.7	1.45	May
Puffer	12.4	1.15	Apr.
Common sea bass	11.4	1.06	Apr.
Rock trout	10.2	0.94	June
Big eyed herring	4.5	0.42	Aug.
Other sea breams	2.1	0.19	June
Anchovy	1.5	0.14	May
Shark	0.8	0.07	Oct.
Common sea bream	0.3	0.03	June
Other fishes	330.2	30.58	Oct.

Source of data: Seosan Statistics Office of Ministry of Agriculture & Fisheries, 1980.

海域은 만 입구의 定點이었다. 베도라치는 定點1에서 894尾/1,000 m³, 定點4에서 2尾/1,000 m³로 内灣으로 갈수록 감소되는 경향이었고 쥐노래미는 定點1, 2에서 1,000 m³당 3尾, 2尾 만이 출현했다.

2월의 대표종도 베도라치 치어였으며 1월의 경우와 달리 내만 定點4에서 2,571尾/1,000 m³으로 가장 많이 분포했으며 삼세기와 농어는 定點1과 2에서 1,000 m³ 당 各各 7尾와 5尾가 출현했다.

Table 11. Abundance of fish eggs and larvae in Garolim Bay in 1981 (Individuals/1,000 m³)

Species	January						February						March						April						May						June													
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6								
Eggs																																												
<i>Konosirus punctatus</i>																																							18	10	225	13,667	6,388	1,606
<i>Engraulis japonica</i>																																							17	17	23	39		
<i>Callionymus</i> sp.																																							135	139				
Unid.																																												
Larvae																																												
<i>Enedrias nebulosus</i>	894	99	4	2		17	387	1,295	2,516	638	2,571	1,821	18	11	11	11		18	516	25											6													
<i>Hexagrammos otakii</i>	3	2																																										
<i>Lateolabrax japonicus</i>									5																																			
<i>Hemitripterus villosus</i>							7																																					
<i>Anguilla japonica</i>																		3																										
<i>Ernogrammus</i> sp.																						3	13	160																				
<i>Ammodytes personatus</i>																		13																										
Gobiidae																																												
<i>Pseudoblennius</i> sp.																																												
<i>Liparis</i> sp.																																												
<i>Limanda yokohamae</i>																																												
<i>Konosirus punctatus</i>																																												
<i>Callionymus</i> sp.																																												
<i>Sebastes</i> sp.																																												
<i>Trachidermus fasciatus</i>																																												
<i>Barengular sinast</i>																																												
<i>Engraulis japonica</i>																																												
<i>Syngnathus schlegelii</i>																																												
<i>Hippocampus aterrimus</i>																																												
																							</																					

3월에는 베도라치 치어만이 약간 출현했는데 이와같이 稚魚量이 대폭 減少된 이유는 採集에 使用된 net의 網口가 60cm로 작은 net여서 游泳性이 있는 치어가 網口로 부터 벗어났기 때문으로 사료된다.

8種으로 가장 多樣한 치어가 출현한 4월의 경우 돌박망둑류가 優點種이며 內灣쪽의 定點4에서 433尾/1,000 m^3 로 최고에 달하며 灣 入口쪽의 定點1, 2에서는 출현하지 않았다. 한편 定點1, 2에서만 출현한 베도라치 치어는 定點1에서 516尾/1,000 m^3 로 1월이후 계속 우세한 種으로 나타났다. 망둥어류, 세줄베도라치류와 문치가자미는 가장 內灣인 定點6에서 주로 출현했고 이외 실뱀장어, 까나리, 꼼치류가 출현했다.

5월에는 定點4, 5, 6에서만 치어가 출현했으며 代表種은 定點6에서의 망둥어류였다(195尾/1,000 m^3). 이외 걱정이, 전어, 동갈양태류 및 불락류의 치어가 새로이 출현했는데 이는 주로 定點6에서 分布했다.

6월에도 망둥어류가 우점종으로서 993尾/1,000 m^3 로 最高의 출현량에 達하며 5월의 경우와 달리 灣 入口쪽에서도 많이 출현했다(定點2; 366尾/1,000 m^3). 만 입구쪽(定點1, 2)에서는 실고기, 멸치, 밴댕이, 해마가 새로운 種으로 출현했으며 전어는 5월의 경우와 같이 계속하여 定點5, 6의 內灣에서만 出現했다.

7월에도 망둥어류가 계속 우점종을 維持했으며 각 定點에서 모두 출현하나 여전히 내만인 定點6에서(748尾/1,000 m^3) 가장 많이 출현했다. 또 7월에는 북어류의 치어가 출현하기 시작했다. 이외 내만쪽에서 멸치 동갈양태류, 만 입구쪽에서 불락류가 출현했고 실고기는 定點3을 제외한 全 定點에서 출현했다.

8월에는 年中 가장 많은 치어 출현량을 보였는데 이는 4월이래 출현한 망둥어류가 8월에 最高의 出現量에 達했기 때문이다. 5월이래 계속 대표종을 유지한 망둥어류는 8월에도 모든 定點에서 출현하고 있으나 灣 中央部인 定點3에서 3,074尾/1,000 m^3 로 가장 높았다. 5월이래 출현한 동갈양태류도 최고에 달해 定點6을 除外한 全 定點에서 출현했으며 定點4에서 44尾/1,000 m^3 로 최고량을 記錄했다. 박대가 새로운 出現種으로 定點3에서 66尾/1,000 m^3 에 달했고 해마, 실고기가 灣 中央部(定點3)에서, 북섬이 定點5에서 출현했다(5尾/1,000 m^3).

9월부터 치어는 出現種 및 量에 있어 顯著히 감소되어 4種만이 출현했고 새로운 출현종은 없었다. 망둥어류는 內灣에서 약간 출현할 뿐이었다(定點6; 14尾/1,000 m^3).

10월의 치어는 9월에 이어 계속 감소했으나 도다리과 붕넙치류가 灣 入口 定點1에서 4尾/1,000 m^3 출현했다.

11월에는 쥐노래미 1種 만이 출현했으며 출현분포는 定點1을 제외한 모든 定點에서 출현했고 최고출현량은 定點6에서였다(23尾/1,000 m³).

12월에는 6種이 출현했으며 優占種은 전 定點에서 출현한 까나리였다. 이 稚魚는 만 입구보다는 定點4, 5부근에 주로 출현했다. 쥐노래미는 11월에 이어 定點1을 제외한 전 정점에서 출현했고 定點3에서 86尾/1,000 m³으로 최고에 달했다. 한편 학공치가 定點1에서 장갱이 치어가 定點2, 4에서 처음으로 출현했으며 이외 베도라치와 멸치 치어가 定點4와 3에서 출현했다.

2.4.3. 産卵時期 및 場所

加露林灣에서 출현한 卵稚魚 분포를 고려할때 主 産卵時期는 6~7월을 중심으로한 여름 産卵群과 12~1월을 중심으로한 겨울 産卵群으로 크게 구분할 수 있었다. 본 연구에서는 난치어를 표층에서만 채집했으므로 저층 附着性인 卵은 조사되지 못했다. 여름 産卵群은 가장 많은 치어 출현량을 보인 망둥어류와 멸치, 전어, 동갈양태류가 代表種이었다. 멸치, 전어, 동갈양태류는 산란 초기(5월)에는 内灣(定點4, 5, 6)이 주 산란 장소이나 6, 7월에는 수온이上昇함에 따라 만 전체에서 산란되며 동갈양태류는 특히 만 입구(定點1)에서 산란했다. 망둥어류는 4월부터 9월까지 장기간에 걸쳐 산란되며 봄철 4, 5월에는 가장 内灣인 定點6에서 산란을 시작하여 8월에는 灣 中央部 定點3에서 산란이 이루어지는 것으로 생각된다.

겨울 산란군의 대표종인 베도라치는 다른 종류와 달리 灣外에서 12월~2월에 산란되어 灣内로 回游해 들어오며 주 산란시기는 2월일 것으로 생각된다. 한편 11월과 12월 内灣 定點6, 4에서 쥐노래미와 까나리가 산란하며 이외 장갱이, 삼세기등이 겨울에 산란하는 것으로 推定된다.

봄철(4월)에는 加露林 内灣에서 돌망둑어류, 세줄베도라치류, 문치, 가자미가 산란하며 가을(10월)에는 도다리와 붕넙치류가 산란하는 것으로 생각된다. 加露林灣의 魚種別 産卵時期 및 産卵水温의 推定은 Table 12와 같다.

Table 12. Estimated spawning month of fish and water temperature in Garolim Bay.

Species	Major Spawning month	Major spawning water temperature (°C)
<i>Konosirus punctatus</i>	May	14 - 16
<i>Harengular zunasi</i>	June	17 - 19
<i>Engraulis japonica</i>	June	18 - 20
<i>Syngnathus schelegeli</i>	June	17 - 19
<i>Hippocampus aterrimus</i>	June	17 - 19
<i>Lateorabrax japonicus</i>	Feb.	0 - 1
<i>Stichaeus grigorjewi</i>	Dec.	6 - 7
<i>Ernogrammus</i> sp.	Apr.	11 - 12
<i>Enedrias nebulosus</i>	Feb.	0 - 1
<i>Ammodytes personatus</i>	Dec.	3 - 4
<i>Callionymus</i> sp.	June	20 - 21
Gobiidae	Aug.	22 - 23
<i>Sebastes</i> sp.	May	17 - 19
<i>Hexagrammos otakii</i>	Dec.	5 - 6
<i>Trachidermus fasciatus</i>	May	16 - 17
<i>Pseudoblennius</i> sp.	Apr.	10 - 11
<i>Hemitripterus villosus</i>	Feb.	1 - 2
<i>Liparis</i> sp.	Apr.	7 - 8
<i>Limanda yokohamae</i>	Apr.	12 - 13
<i>Pleuronithys cornutus</i>	Oct.	15 - 16
<i>Aleliscus rhomaleus</i>	Aug.	22 - 23
<i>Fugu niphobles</i>	Aug.	23 - 25

2.5. 底棲動物

2.5.1. 潮間帶 動物

조사기간 중 채집된 潮間帶 動物은 총 184屬 212種이었다. 이 중 多毛環蟲類가 82屬 97種으로 가장 많았으며 그 다음은 腹足類 37屬 40種, 二枚貝類 32屬 36種, 甲殼類 18屬 21種의 순이었다. 出現種의 지역별 분포를 보면(Fig. 13) 灣의 안쪽에 위치하고 있는 Transect II에서

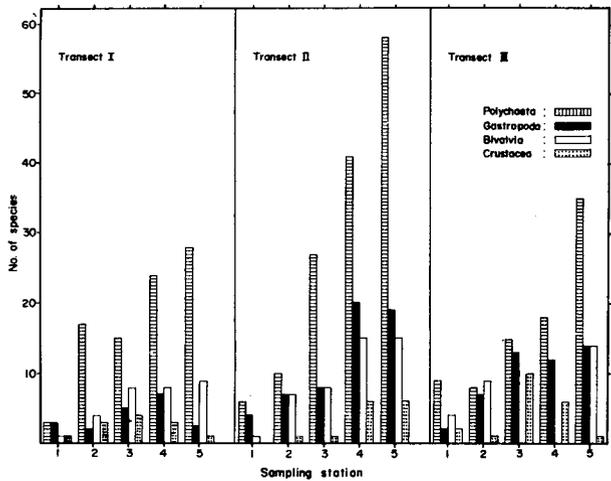


Fig. 13. Number of species of four important groups of macrobenthos in Garolim Bay in 1981.

156種으로서 가장 많은 종들이 출현하고 있는데 특히 多毛環蟲類에서 가장 뚜렷하게 나타나고 있다. 灣 입구쪽에 위치하고 있는 Transect I과 III의 경우를 비교하면 Transect III가 122種으로 Transect I의 87種보다 많은 종들이 서식하고 있었는데 이는 Transect III지역이 대체적으로 底質이 多毛環蟲類와 일부 腹足類의 서식에 알맞는 泥質 또는 砂泥質로 구성되어 있기 때문인 것으로 생각된다. 각 Transect 별로 보면 潮間帶 상부쪽에서 하부쪽으로

내려갈수록 출현종이 증가하고 있는데(Spearman rank correlation coefficient $r_s = 0.82$, $P = 0.01$) 이는 潮間帶 下部쪽이 上部쪽보다 환경의 변화가 심하지 않으며 일부 潮下帶에 서식하는 종들이 潮間帶 下部까지 분포하기 때문인 것으로 생각된다. 出現種의 뚜렷한 계절별 변화는 찾아볼 수 없었으며 個體數에 있어서도 계절변화에 따른 一括性있는 경향은 찾아볼 수 없었다. 특히 個體數 분석에 있어서도 산란시기에 따른 변화 내지는 生存率에 따른 변화보다는 Contagious distribution 양상을 나타내는 수 개의 優占種 즉 *Musculista senhousia* (二枚貝類), *Paludinella cf. japonica* (腹足類), *Lumbrineris longifolia* (多毛環蟲類), *Spionidae* indet. (多毛環蟲類) 등이 대량 출현하여 전체 個體數 分析의 의미를 상쇄하는 결과를 초래하고 있기 때문이다. 그러나 Fig. 14에서 보는 바와 같이 地域別 個體數의 變化는 매우 뚜렷하여 潮間帶 上部에서 하부로 갈수록 또 灣 入口에서 灣 안쪽으로 갈수록 증가하고 있어 지역별 出現種數의 變化와 일치하는 양상을 나타내었다. 전체적으로 볼 때 加露林灣의 潮間帶 動

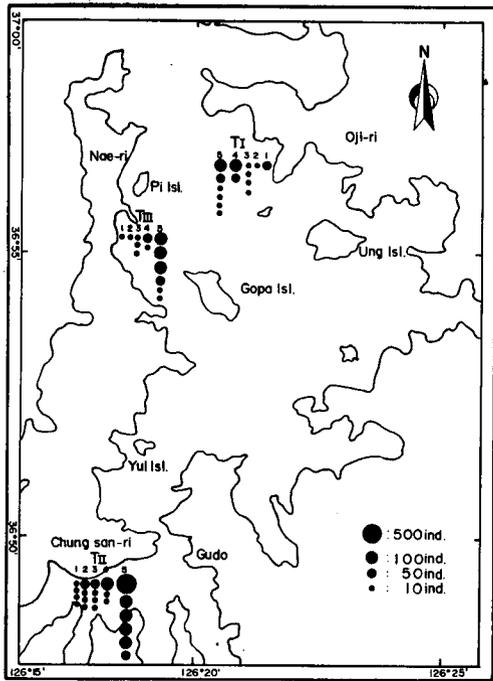


Fig. 14. Mean density of zoobenthos presented at each transect in Garolim Bay in 1981.

elongatus, *Lagis bocki*, *Thary* sp., Gastropoda indet. D. 등과 같이 內灣性이며 潮間帶 중하부에 분포하는 종, *Nereidae* indet., *Cerithideopsilla cingulata* 와 같이 內灣性이며 潮間帶 중상부에 분포하는 종, *Spionidae* indet., *Armandia lanceolata*, *Umbonium thomasi* 등과 같이 외만성이며 조간대 중하부에 분포하는 종 등 6 개 그룹으로 나눌 수 있다(Fig. 15).

2.5.2. 潮下帶 動物

선정된 6 개의 조사 정점(Fig. 1)에서 출현한 潮下帶 動物은 총 252 屬 296 種이었다. 이 중 多毛環蟲類가 133 屬 145 種으로 각 조사 정점 共히 가장 많았으며 그 다음은 二枚貝類 52 屬 56 種, 腹足類 29 屬 29 種, 甲殼類 26 屬 28 種의 順이었다. 출현종의 수는 정점 C와 D가 각각 174 種과 178 種으로 가장 많았다. 개체수에 있어서도 비슷한 양상을 나타내고 있었으며 단지 정점 B에서 대량 출현한 거미불가사리류에 속하는 *Ophiactis* sp. A. 로 인하여 個體數의 優占 순위가 바뀌었을 뿐이다(Fig. 16). 전체적으로 볼 때 潮下帶 動物의 種組成은 매우 다양한 편으로 뚜렷한 優占種은 찾아볼 수 없었고 총 개체수의 5% 이상을 차지하는 종은 *Ophiactis* sp. A.(14

物相은 內灣으로 들어 갈수록 다양해지며 砂質 보다는 泥質 또는 砂泥質性의 底質에 더 많은 동물이 서식하고 있는 것이 특징이다. 주요 出現種을 지역별 分布 類型으로 구분한다면 *Capitellidae* indet., *Glycera chirori*, *Lumbrineris longifolia*, *Paludinella* cf. *japonica*, *Nematoda* indet. 등과 같이 潮位 差에 관계없이 가로림만 전역에 고루 분포하는 廣域性種, *Nephtys polybranchia*, *Notomastus* sp., *Laternula* (*Exolaternula*) *navicula*, *Mactridae* indet. A., *Musculista senhousia*, *Ruditapes philippinarum* 등과 같이 廣域性이나 潮間帶 중하부에 분포하는 종, *Perinereis vancaurica tetradentata*, *Batillaria cumingii* 등과 같이 廣域性이나 潮間帶 중상부에 분포하는 종, *Haploscoloplos*

SPECIES	Vertical Zonation of Transects					Transects		
	1	2	3	4	5	I	II	III
Polychaeta								
<i>Armandia lanceolata</i>				■		+++	+	+
Capitellidae indet.		■				++	++	+
<i>Glycera decipiens</i>		■				++	+++	+
<i>Haploscoloplos elongatus</i>			■			+	+++	+
<i>Lagis bocki</i>			■				+++	+
<i>Lumbrineris longifolia</i>			■			+	+++	+++
<i>Nephtys polybranchia</i>			■			++	++	++
Nereidae indet.			■			+	+++	+
<i>Notomastos</i> sp.			■			+	++	+++
<i>Perinereis vancaurica tetrudentata</i>			■			+	++	+++
Spionidae indet.			■			+++	+	+
<i>Tharyx</i> sp.			■			+	++	+
Gastropoda								
<i>Batillaria cumingii</i>		■	■			+++	+++	+
<i>Cerithideopsisilla cinngulata</i>		■	■				+++	
Gastropoda indet. D.			■		■		+++	
<i>Paludinella</i> cf. <i>japonica</i>		■	■			++	+++	++
<i>Umbonium thomasi</i>			■			+++		
Bivalvia								
Bivalves indet. 2.					■		+	+++
<i>Cycladicama</i> cf. <i>japonica</i>				■		+++		
<i>Laternula (Exolaternula) navicula</i>				■		+++	++	+
Mactridae indet. A.		■	■	■	■	++	++	++
<i>Musculista senhousia</i>		■	■	■	■	+	+++	+++
<i>Ruditapes philippinarum</i>		■	■	■	■	+++	+++	+
Crustacea								
<i>Ilyoplax pingi</i>						++	++	+
<i>Macrophthalmus japonicus</i>						+	+	++
Nematoda								
Nematoda indet.	■	■	■	■	■	++	+	++
Sipuncula								
Sipuncula indet.			■			+	++	++

Fig. 15. Distribution of major intertidal fauna in Garolim Bay in 1981.

— : < 10 ind., — : 10~49 ind., ■ : 50~99 ind.,
 ■ : 100~999 ind., ■ : > 1000 ind.,
 + : present, ++ : common, +++ : abundant.

%), 二枚貝類인 *Musculista senhousia* (8.1%)와 多毛環蟲類인 *Lumbrineris longifolia* (5.1%) 정도였다. 각각의 조사 정점별 優占種은 비교적 잘 나타나 있는 편으로 정점 A에서는 *Lumbrineris longifolia* (12.3%), 정점 B에서는 *Opiactis* sp. A.

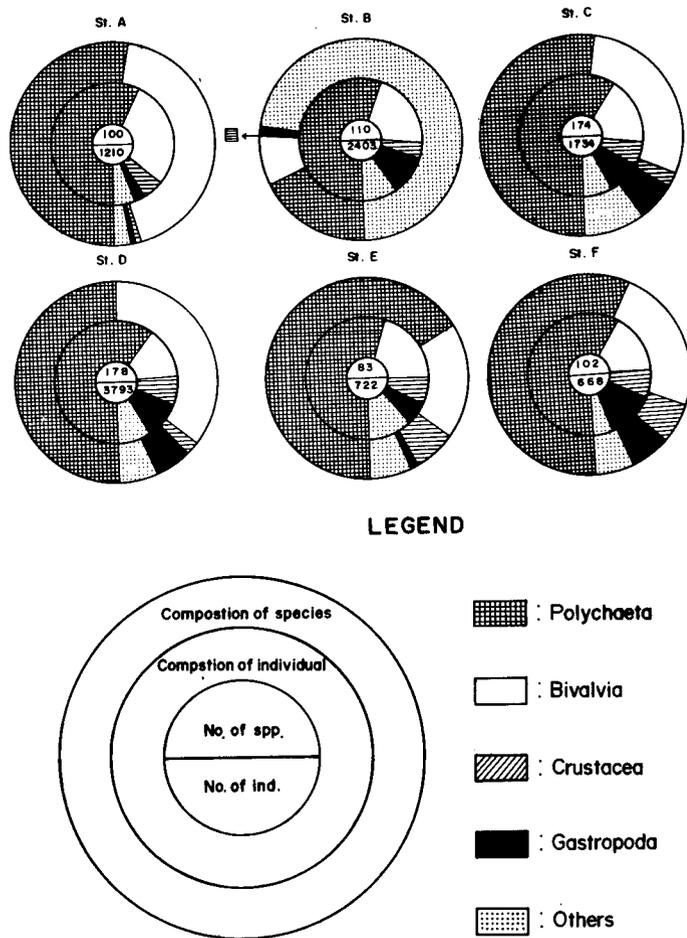


Fig. 16. Composition of major benthic animal groups at each sampling station in Garolim Bay in 1981.

가 대량 출현한 점, 또 그외의 정점에서 附着生物인 *Harmothoe cf. forcipata*, *Megabalanus rosa* 등이 비교적 많이 출현한 점은 개개의 種 分布는 저질의 泥質含量과 밀접한 관계에 있다는 것을 암시해주고 있다. 種 類似度(Jaccard 1908)에 따른 각 정점간의 類似性은 전반적으로 낮은 편이었으나 정점C와 정점D, 정점B와 F가 유

(61.3%), 정점C에서는 *Ruditapes philippinarum* (10.4%)과 *Ctenoides lischkei* (9.0%), 정점E에서는 *Lumbrineris longifolia*(12%)와 *Sternapis scutata*, (11.5%), 정점F에서는 *Armandia lanceolata* (16.1%)와 *Ruditapes philippinarum* (9.3%) 등이 出現頻度가 높았다. 각 정점별 출현종 수와 底質의 泥質含量 (Table 13)과는 뚜렷한 相關關係가 나타나지 않았다. 泥質의 含量이 40% 이상인 정점D와 F에서 腕足類의 일종인 *Coptothyris grayi*가 전혀 출현하지 않았거나(정점F) 극소수 출현한 반면(정점D), 多毛環蟲類가 개체수에서 57% 이상을 차지한 점, 泥質의 含量이 4% 정도로 가장 적은 정점B에서 *Ophiactis sp.A.*

Table 13. Bottom textural class and mud fraction of each sampling station for subtidal benthos in Garolim Bay in 1981.

Station	Textural class	Mud fraction %
A	Gravelly muddy sand	20.2
B	Slightly gravelly sand	4.7
C	Gravelly muddy sand	25.8
D	Gravelly muddy sand	26.8
E	Slightly gravelly muddy sand	40.1
F	Muddy sand	41.5

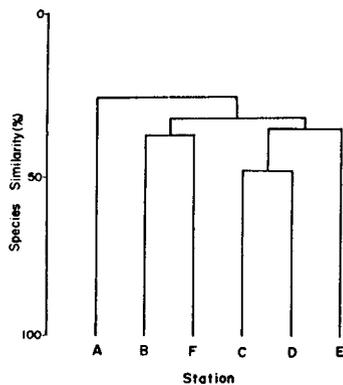


Fig. 17. Dendrogram of species similarity for sublittoral benthic fauna in Garolim Bay in 1981.

사성이 높은 것으로 나타났다(Fig. 17). 저질의 구성성분이 서로 다르며 優占種이 각기 다른 정점B와 F가 같이 묶인 것은 서로 지리적으로 가까운 곳에 위치하고 있으며 *Sternaspis scutata*, *Lumbrineris longifolia*, *pista* sp. I., *Musculista senhousia* 등 加露林灣 전역에 출현하는 종과 저질 분석에서 제외된 조개껍질이나 작은 돌에 附着하여 서식하고 있는 *Megabalanus rosa*, *Anomia chinensis*, *Spirobranchus tetroceros*, *Lepidozana* cf. *albrechti* 등이 이 두 지역에서 같이 출현하고 있기 때문이라 생각된다. 이외에 저인망과 Biological dredge에 의하여 채집된 種은 82種에 달하고 있으나 Biological dredge에서는 전기한 동물 중

대형 개체들이 주종을 이루었고 저인망에서는 棘皮動物인 *Temnopleurus toreumaticus*, *Asterina pectinifera*, *Crossaster papossus*, *Henricia* sp., 甲殼類인 *Charybdis japonica*, *C. bimaculata*, *Squilla oratoria*, 多毛環蟲類인 *Dropastra bilobata*, *Nectoneanthes oxypoda*, 二枚貝類인 *Meretrix lusoria*, 腹足類인 *Neptunea arthritica*, *Rapana* sp. A. 등이 추가되었다.

2.5.3. 附着生物

附着生物 조사를 위하여 加露林灣 入口 벌발 부락 앞 潮間帶에 5개의 콘크리트 기둥(20 cm × 100 cm)을 설치하여 관찰하였으며(Fig. 18) 아울러 부근의 자연적 附着生物

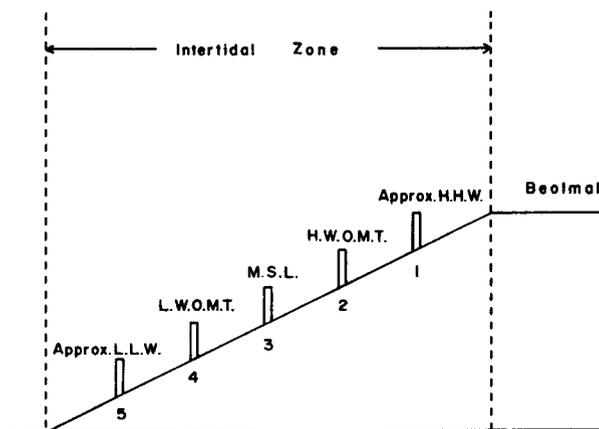


Fig. 18. Experimental concrete poles used in the studies for fouling organisms in the intertidal zone of Garolim Bay.

相을 조사하였다. 이 두 가지의 관찰 결과는 매우 유사하였는데 潮間帶 최상부 (Approximative Highest High water level)에서는 *Chthamalus challenger*가 산발적으로 分布하고 있었으며 潮間帶 上部(High water ordinary mean tide)에서는 *C. challenger*가 역시 優占種이나 그 수가 점차 감소하며 반대로 *Balanus albicostatus*가 증가하고 있었다. 潮間帶

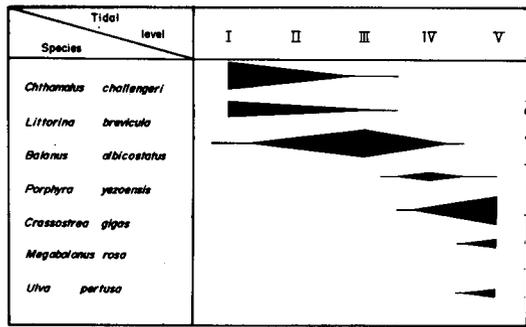


Fig. 19. Approximate evaluation of the major fouling organisms observed from the experimental concrete poles at the intertidal zone .

中部(Mean Sea level)에서는 *B. albicostatus*가 優占種이었고 *C. challengeri*와 *Littorina brevicula*는 현저히 감소하였다. 潮下帶 下部(Low water ordinary Mean Tide)에서는 *Crassostrea gigas*가 점차 出現하기 시작하였으며 *Porphyra yezoensis*가 서식하기 시작하였다. 潮間帶 최하부에서는 *C. gigas*가 優占種이었고 *Megabalanus rosa*와 *Ulva Pertusa*가 새로이 나타나고 있었다.

2.6. 考 察

加露林灣의 chlorophyll *a* 含量 및 分布樣相은 許 등 (1980) 의 결과와 비슷하였다. 이 灣의 기초생산은 朴 (1975), 郭과 李 (1977) 및 許 等 (1978) 이 調查한 鎭海灣, 迎日灣 및 淺水灣에서의 調查 結果에 비해 훨씬 낮은 값이다.

이와 같이 加露林灣의 基礎生産力이 낮고 植物性 浮游生物의 現存량이 낮은 이유는 주변 해안에 汚染源이 없었기 때문으로 생각된다. 그러나 正確한 分析은 $PO_4 - P$, $NO_3 - N$, $NO_2 - N$ 그리고 $SiO_2 - Si$ 등의 영양염류를 조사하여야 可能할 것이다.

加露林灣의 植物性 浮游生物은 전반적으로 빈약한 편이면 沈과 李 (1979), 李 等 (1981)이 조사한 淺水灣이나 鎭海灣과 달리, 硅藻類가 대부분이어서 상당히 깨끗한 해역으로 볼 수 있다. 月別 優占種이나 代表種의 觀點에서 볼 때 다른 海域과 달리 *Paralia sulcata*의 出現頻도가 數的으로나 量的으로 항상 많았으며 이 種의 生態的인 特性 (Cupp 1943; 小久保 1955; Brunel 1962)으로 보아 本 加露林灣은 심한 海流의 流動 및 上·下 攪亂으로 *Paralia sulcata*가 棲息하기에 알맞은 灣으로 판단된다. 出現種類들을 棲息地別로 區分하였을 때 沿岸種이 65%를 차지하여 內灣의 特性을 나타내고, 淡水-汽水性이 8.4%를 차지하여 점점 5,6 근처에서 淡水의 유입이 어느정도 이루어지는 것으로 판단된다. 植物性 浮游生物의 現存量 變化는 西海岸의 淺水灣 (沈과 李 1979)과 비슷하였으며, 馬山灣·鎭海灣 (劉와 李 1976; Yoo and Lee 1979; 李 等 1981) 에는 비교도 안될 만큼 낮은 量이었다.

動物性 浮游生物의 出現量은 水温이 낮은 時期에 적은 양이 나타났으며 4월, 6월 그리고 8월에 많은 양이 나타나서 年中 變化 幅이 컸다. 灣의 입구 쪽인 定點 1, 2, 3의 海域과 定點 4, 5, 6의 안 쪽 海域이 서로 다른 動物性 浮游生物의 出現量 變化樣相을 나타내었는데 입구 쪽 海域에서는 6월에 出現量이 가장 많았던 반면 안 쪽 海域에서는 4월에 出現量이 가장 높았다. 調査期間 동안 1월, 6월, 7월을 除外하면 動物性 浮游生物의 出現量이 안 쪽 海域에서 항상 많았는데 4월의 경우 이 양쪽의 出現量 차이는 약 30 배에 달하였다. 이는 4월 중 안 쪽 海域에서 *Eurytemora pacifica*의 大量發生과 *Veliger larvae*와 *Cirripedia larvae*의 大量發生에 起因한 現象이었다. 이러한 動物性 浮游生物의 出現量 차이는 加露林灣의 水温分布가 3월 부터 9월 사이에는 안 쪽이 바깥 쪽에 비하여 항상 높았고 또한 지형적인 이유로 안 쪽의 海水가 外海水와 交換이 잘 이루어지지 않아서 비교적 安定된 海域이기 때문에 봄철 浮游生物의 發生과 幼生들의 成育에 바깥 쪽 보다 環境이 좋기 때문에 나타난 現象으로 생각된다.

原生動物은 대부분의 調査期間을 통하여 灣의 입구 쪽 海域에서는 안 쪽 海域에 비하여 높은 出現量을 나타내었으나 이 量은 韓國沿岸의 다른 海域에 비하여 越等히 적었다. 이는 加露林灣의 環境的인 要因도 있었겠지만 금번 調査時 사용한 plankton net의 網目 크기가 240μ 으로 原生動物의 採集에는 不適合하였던데도 그 원인이 있었던 것으로 생각된다.

Copepoda의 出現量은 대부분의 調査期間 동안 전체 動物性 浮游生物의 80.0% 이상을 차지하였는데 특히 水温이 낮은 1~2월과 11~12월 그리고 *Eurytemora pacifica*가 多量出現 하였던 4월과 5월에는 90.0% 이상을 차지하여 6월~8월 사이의 期間을 제외하면 Copepoda의 증감이 전체 動物性 浮游生物의 양을 결정하였다고 할 수 있겠다. Copepoda 出現量의 水平 및 季節分布에서 특이한 現象은 加露林灣의 입구 쪽 海域과 안 쪽 海域을 비교해 볼 때 입구 쪽 海域에서의 Copepoda 出現量의 증감 現象은 안 쪽 海域의 그것에 비하여 약 2個月 늦다는 것이다. 즉 안 쪽 海域에서 1월 부터 10월 사이의 變化曲線이 바깥 쪽 海域의 3월 부터 12월 까지의 變化曲線과 거의 일치하는 現象을 나타내었다.

出現 Copepoda를 보면 거의 대부분이 沿岸, 혹은 內灣性인 Copepoda로서 灣의 입구 쪽에서는 대체로 1월과 2월, 5월과 6월 그리고 12월에는 *Acartia clausi*가 그 외의 調査期間에는 *Paracalanus parvus*가 優占種으로 나타났다. 灣의 안 쪽에서는 灣의 바깥 쪽과 優占種이 같은 경우도 있었지만 2월에는 *Harpacticus uniremis*가 그리고 3~5월에는 *Eurytemore pacifica*가 優占種으로 나타나 특히 봄철에 灣의 바

갈 쪽과 안 쪽에서 優占種이 다르게 나타났다. *Eurytemora pacifica*는 1980年 加露林灣 調査(許等 1980) 때에는 봄철에 灣의 안 쪽에서 금번 調査와 같은 出現樣相을 나타내어 本種은 봄철 加露林灣內 특히 안 쪽을 특징 지워주는 Copepoda라 할 수 있겠다. Chen and Zhang(1965)에 의하면 本種은 內灣性이 강하고 또한 季節性이 명료한 種으로 기록되어 있으며 黃海에서는 여름철에 山東半島 이북의 沿岸에서 出現하는 것으로 밝혀졌다.

其他의 動物性 浮游生物의 出現은 6~8월 사이의 期間을 제외하면 거의 무시할 수 있을 정도의 出現量을 나타내었는데 이는 이들이 거의 無脊椎動物의 幼生이므로 水温의 上昇에 따른 海洋生物의 産卵時期가 관계가 있는 것으로 생각된다. 6월에는 灣의 입구 쪽 海域에서는 Decapoda larvae가 안 쪽 海域에서는 Cirripedia larvae가 多量 나타났으며 7월에 바깥 쪽에서는 Decapoda larvae와 Cirripedia larvae가 안 쪽에서는 Decapoda larvae가 多量 出現하였다. 이들의 出現量이 가장 많았던 8월에는 Decapoda larvae가 전 調査海域에서 卓越한 양으로 出現하였는데 이는 거의 單一種의 Zoea larvae로서 構成되어었다. 한편 전체 動物性 浮游生物에 대하여 차지하는 比率은 낮았지만 加露林灣 안 쪽에서는 4월에도 많은 양이 出現하였는데 이는 주로 Veliger larvae와 Cirripedia larvae에 의한 것이었다. 대체로 보아 이들로 그 出現樣相이 出現量이나 出現群의 構成에 있어서 灣의 안 쪽과 바깥 쪽이 區別되는 것 같았으며 調査期間 동안 안 쪽에서 높은 出現量을 維持하였다.

이상을 綜合하여 보면 加露林灣에서 動物性 浮游生物은 그 出現量의 季節變化나 出現種 등을 考慮할 때 古波島를 中心으로 하여 加露林灣의 안 쪽과 바깥 쪽이 다른 樣相을 나타낸다고 할 수 있겠다. 이러한 現象은 1980년의 調査(許等 1980) 때에도 나타났던 것으로 이는 加露林灣의 地形的인 形態에서 起因되는 海水의 流動關係와 그에 따르는 水温의 水平的인 分布가 그 원인인 것으로 생각된다.

금번 調査結果를 1980年의 結果(許等 1980)와 比較해 보면 出現量에 있어서 금번 調査結果가 越等히 높았으며 특히 4월중 灣의 안쪽에서의 出現量은 1980年의 그것과 比較하여 卓越하였다. 灣의 안 쪽과 바깥 쪽의 차이가 금번 調査時 더욱 뚜렷이 나타난 것 같으며 定點1과 3에서 出現量의 月別變化가 1980年의 結果와 금번 調査의 結果가 거의 일치하는 것은 매우 흥미있는 現象이었다.

游泳生物은 許等(1981)에 의해 조사된 남해안 得糧灣의 游泳生物과 比較할 때 출현종의 數나 量에 있어 빈약한 海역이라 할수 있다. 그러나 46種의 出현種 가운데는 약 20種 정도가 商業的으로 이용 대상이 되고 있어 現地漁民들의 重要한 經濟源이 되고 있다. 가장 대표적인 어류가 醃旋網으로 어획되는 봄철의 베도라치 치어와 가을철의 밴대이이며 年中 내내 三重棘網으로 어획되는 망둥어류와 송어 등이라 할수 있다.

한편 加露林灣의 卵稚魚 分布를 고려할 때 定點4~6의 內灣部分은 망둥어류, 멸치 전어, 박대, 가자미류 등의 유용어류의 産卵場이며 外海에서 산란한 베도라치 치어는 加露林灣 內에 회유하므로 이灣은 베도라치 치어의 成育場으로서도 매우 重要한 역할을 하고

있다. 이와같이 내만의 定點 4, 5, 6 부근이 産卵場 및 成育場으로서 형성되는 이유는 높은 水温과 풍부한 動物性 浮游生物 때문으로 사료된다.

본 연구에서는 游泳性 卵稚魚 만을 채집했으므로 망둥어류의 卵과 같은 底層 粘着性卵과 底層 稚魚는 알수 없었다. 따라서 차후 조사시에서 底層의 卵稚魚가 동시에 연구되어야 할 것이다.

加露林灣의 底棲動物相은 매우 다양하여 총 312屬 375種이 출현하였다. 이 중 潮間帶에 184屬 212種 潮下帶에 257屬 307種이 出現(저인망 조사포함)하였고 조간대와 조하대에 고루 분포하는 종은 95種이었으며 대부분 多毛環虫類에 속하는 종들이었다. 조간대 동물의 경우는 灣 入口에서 內灣으로 들어 갈수록 조간대 상부에서 하부로 갈수록 種類와 個體數가 점차 증가하고 있었으며 砂質보다는 泥質 또는 砂泥質의 저질에서 많은 종들이 서식하고 있었다. 그러나 계절변화에 뚜렷한 변화는 찾아 볼 수 없었다. 潮下帶의 경우 각 조사정점에 따라 각기 다른 종들이 優占을 이루고 있었는데 이는 저질의 粒度造成과 밀접한 관계를 나타내었다. 전체 種類似度에서는 저질의 粒度造成보다는 각 정점과의 거리가 만 구조에 따른 외형적인 차이, 또는 基質分析에서 제외된 조개껍질이나 작은 돌맹이들의 유무에 따른 附着生物의 出現에 따라서 좌우되는 것 같았다. 부착생물의 경우 자연환경 하에서의 부착 양상과 콘크리트 가동 실험을 통한 부착 실험과는 잘 일치하고 있었다. 즉 潮間帶 上部에서는 *Chthamalus challenger*, 중부에서는 *Balanus albicostatus*, 하부에서는 *Crassostrea gigas*가 우점을 이루는 垂直 帶狀分布가 뚜렷하였다. 상기한 여러가지 사실들 중에서 특히 계절에 따른 종수 및 개체수의 변화에 대척여서는 個體群에 대한 면밀한 조사가 아울러 이루어져야 할 것이며 附着生物의 경우에는 주요 부착생물에 대한 附着時期, 附着密度 등에 대한 세부적인 연구가 必要하리라 생각된다.

加露林灣은 韓國 第一의 潮力發電所 후보지로 選定된 바 있다. 따라서 發電所가 建設될 경우 灣 入口의 堤防은 加露林灣의 모든 生態系를 變化시킬 것이다. 직접적인 영향으로는 堤防에 따른 回游性 魚族의 回游路 遮斷에 의한 漁場 喪失이라 할 수 있고 간접적인 영향으로는 潮位差의 減少에 따른 潮間帶 底棲生物의 棲息場 파괴 또는 축소와 보다 정제된 海水 流動에 따른 物理·化學的 環境要因의 變化일 것이다. 季節別 水温 分布의 差는 더욱 높아질 것이며 여름철의 基礎生産力은 水温上昇에 따라 增加할 것이다. 鹽分度는 보다 낮아질 것이며 汽水性 또는 內灣性 種類는 증가하고 外海性種類는 減少할 것으로 판단된다. 또 원활치 못한 해수의 유동은 溶存酸素量의 감소와 赤潮發生 등의 현상을 유발시킬 수 있으며 이러한 현상은 內灣 쪽에서 더욱 敏感할 것이다. 그러나 上記와 같은 不定的인 面 이외에 肯定的인 面으로는 잔잔한 海水 狀態로 김, 굴 有用魚類 등의 養殖에 보다 적합한 環境이 形成될 수 있는 점이다. 이와 같은 加露林灣은 生物學的인 面에서 많은 特性을 지니고 있다. 따라서 灣의 綜合的인 利用開發을 위해서 發電所의 水門의 크기 및 位置등의 工學的인 設計는 生物學的인 特性을 考慮하여야 할 것이다.

3. 有用生物資源 (베도라치 稚魚資源)

3.1. 分類學的 位置

鄭(1977)은 이 種을 *Enedrias nebulosus*로 Percida (농어)目, Stichaeidae (장갱이)科, *Enedrias* (베도라치)屬으로 기록하고 있으나 松原(1963)는 Pholidae (황줄베도라치)科의 *Enedrias nebulosus*로 분류한 바 있다. 또 Tokuya와 Amaoka(1980)은 이種을 Pholidae 科의 *Pholis* (황줄베도라치)屬의 *Pholis nebulosus*로 記錄했다. 이들은 仔魚期와 稚魚期때 黑色素胞의 有無에 따라 *Pholis nebulosus* type I과 type II로 구분한 바도 있다. 加露林灣의 有用 및 未利用 生物資源에 關한 研究의 1차년도 조사에서 許 등(1980)은 가로림만의 베도라치 치어를 황줄베도라치 (*Pholis taczanowskii*)의 치어로 分類한 바도 있다.

이 種은 方言도 다양하여 괴포라지 (慶北), 뽀드라지 (麗水), 뽀드라치 (巨濟島, 승포), 또는 뽀아리로도 불리우며 瑞山지방에서는 대체로 變태하기전의 白色幼魚를 실치 또는 뽀어라 부르고 있다 (鄭 1977). 주로 봄철에 일반 시장에서 판매되는 뽀어포는 이 베도라치 치어의 乾脯를 뜻하며 農水産部에서 발행되는 水産統計年報(1981)에서도 이 치어자원을 뽀어류로 취급하여 集計하고 있다.

현재 우리나라에는 베도라치屬에 *Enedrias nebulosus*만이 記錄되어 있으나 본 조사결과 *E. fangi* 및 *E. nebulosus*의 2種이 가로림만 근해에 서식하는 것으로 나타났다. 본 조사에서 채집된 稚魚標本들을 검토한 Okiyama 교수도 20여종의 다른 어류의 稚魚들과 함께 上記 2種의 *Enedrias*를 확인한 바 있다 (Unpublished Mission Report to KORDI 1981). 따라서 베도라치 稚魚에 대한 분류학적 연구가 보다 더 체계적으로 광범위한 해역을 대상으로 수행되어야 할 것으로 생각된다.

3.2. 漁業現況

3.2.1. 韓國 全 沿岸海域

베도라치는 우리나라 全 沿岸에 분포하는 것으로 알려졌으나 이 魚種에 對한 어업은 稚魚期로 부터 未成魚期 초기까지의 단계를 주로 어획대상으로 하고 있다. 어업 방법은 近海鮫鱓網, 沿岸鮫鱓網, 其他浮網, 小型定置網, 三種共同採捕漁業 및 其他漁業에 의해 어획하고 있으며 주 어획은 醃旋網과 같은 沿岸鮫鱓網에 의해 어획되고 있다.

水産統計年報(農水産部 1981)에 따르면 1980年の 어업별 어획비율은 연안안강망(51%) 기타부망(34%), 3종공동채포어업(7%), 기타어업(4%), 소형정치망(4%)의 순이며 근해안강망에서는 극히 적은량이 附隨的으로 어획되고 있다(0.28%). 한편 뱃어류로 취급된 수산통계연보(農水産部 1981)의 海域別 어획량을 보면 西海區에서 전체 어획량 5,344톤의 99.9%을 어획했고 南海區의 경상남도 연안에서 0.1%을 어획했을 뿐이다. 서해구의 경우 忠淸南道 연안에서 3,387톤(63.4%)을, 京畿道 연안에서 1,951톤(36.5%)을 생산했다. 특히 충남 瑞山郡 연안은 2,144톤(40.1%)를 생산함으로써 가장 중요한 漁場으로 나타났다.

1962년부터 1980년까지의 베도라치 치어의 뱃어류로 集計된 수산통계연보의 漁獲량을 볼때 통계의 不確實性 및 漁獲努力의 未知로 자세한 자원변화를 分析할수 없으나 연간 어획량 변화는 1962년 1,124톤 이후 감소하여 1968년에는 6톤까지 감소했다. 1969년부터 1972년까지는 隔年別로 어획량의 변화가 심하며 어획량은 1,772톤까지 增加했다. 1973년부터 어획량은 急增하여 1976년에는 10,434톤으로 최고에 達했고 1977년부터 어획량은 다시 감소하기 시작하여 1979년에는 2,014톤까지 줄어들었고 1980년에는 다시 5,344톤으로 증가한 現象을 보이고 있다(Fig. 20).

3.2.2. 加露林灣 海域

1980년 가로림만에서 어획된 베도라치 치어자원은 加露林灣의 어류 총 생산량 1,240톤의 41.7%인 516.4톤였으며 이는 수산통계연보에 뱃어류로 集計된 韓國 全 沿岸에서의 총 생산량 5,344톤의 약 10%를 차지하고 있다. 이와 같이 이 치어는 加露林灣의 대표적인 魚種이며 加露林灣 연안의 漁民들에게 가장 중요한 어업자원의 하나이다.

어획방법은 許 等(1980)이 이미 조사한 바와 같이 零細한 10~20톤 규모의 無動力船의 醃旋網으로 強한 潮流의 힘을 이용하여 어획하고

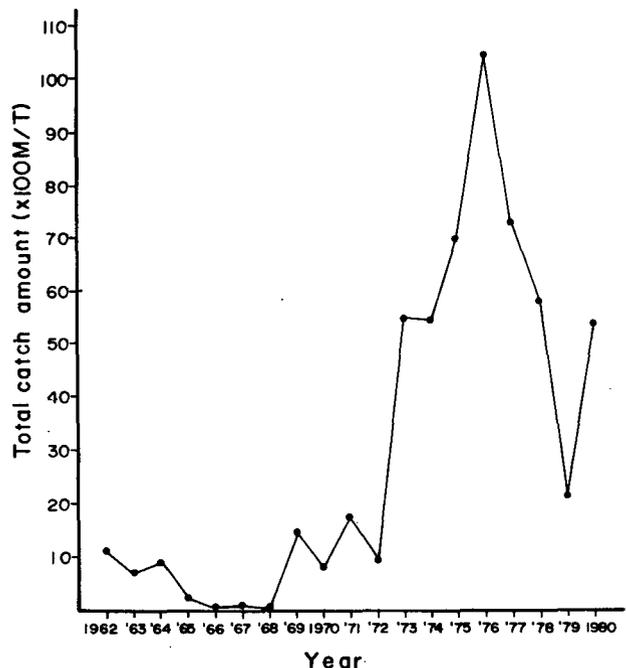


Fig. 20. Annual variation of total catch of larval gunnel at the coastal waters of Korea (1962~1980).

있다. 加露林灣에서의 이 어업은 每年 時期的으로 약간의 차이는 있으나 일반적으로 3 月 中旬頃 가장 内灣인 가마봉 水路에서부터 어획이 시작된다. 어장은 加露林 外海 쪽으로 다시 回游해 나가는 稚魚群을 따라 계속 형성되며 7 月 中순경 灣 外海 약 3 ~ 6 miles 海역에서 베도라치 치어 어업은 終了된다. 어획된 치어는 해변에서 햇빛에 直接 말리거나 또는 삶은후 말려서 판매되고 있다.

3.3. 分布

3.3.1. 加露林灣

Ⅲ. 2. 4. 2에서 지적한 바와 같이 加露林灣에서의 베도라치 치어 분포는 12 月 下旬부터 6 月 下旬 또는 7 月 中旬까지 출현한다. Standard net와 海선망에서 採集된 標本의 月別 定點別 分布를 보면 겨울철에 外灣에서부터 流入되므로 처음에는 (12~2월) 만 입구에 주로 분포하나, 3~5월에는 만의 안쪽(定點 5. 4. 3)으로 분포가 移動되며 6월경에는 다시 만 입구에서 주로 분포하고 있다. 이와같이 베도라치 치어의 분포는 成長過程에 따라 主 分布海역이 이동되고 있다. 1, 2월의 경우 베도라치 치어는 灣内에 분포하나 크기가 작아 漁具에 선택되지 않으므로 어장이 형성되지 않으며 3월 中순경부터 商業的인 漁業이 시작된다.

3.3.2. 西海沿岸

2 月 (36°50' ~ 37°25'N, 125°20' ~ 126°30'E 海역)

1981년 2월 27일부터 3월 1일까지 京畿灣의 36°50' ~ 37°25'N, 125°20' ~ 126°30'E 海역 일대를 緯度, 經度 10'씩 9개의 海區로 區分하여 各 海區의 中央에서 Standard net로 表層과 傾斜採集에 의해 조사했다(Fig. 21).

베도라치 치어가 가장 豊富한 海역은 1 海區로써 1,245尾/1,000 m³의 출현량에 달했으며 가장 貧弱한 출현량은 仁川港앞의 9 海區와 가장 外海의 6 海區였다. 1 海區 부근의 海區에서는 비교적 높은 出現量을 보였다. 2 海區는 535尾/1,000 m³로써 1 海區 다음으로 많은 베도라치 稚魚가 출현했으며 1 海區를 중심으로한 8 海區와 3 海區는 비슷한 출현량을 보여 1,000 m³당 각각 178尾, 170尾가 出現했다.

4 海區에서는 130尾/1,000 m³, 5 海區; 23尾/1,000 m³, 6 海區; 10尾/1,000 m³으로 外海로 向할수록 치어 출현량은 急減少했다. 7. 8. 9 海區를 비교할 경우 7 海

區는 1,000 m³당 325尾, 9 海區는 10 尾로 서 北쪽으로 올라갈수록 치어출현량은 감소하고 있다 (Fig. 21). 한편 1 海區를 제외한 8 개의 海區에서 網口直徑 60 cm, 網目 240 μ의 WP-2 net를 사용하여 底層부터 表層까지 傾斜採集한 결과 出現量은 표층채집에 비해 훨씬 적었다. 海區別 出現量의 비교는 3. 8해구에서 1,000 m³당 17 尾로 가장 높고 9 海區에서는 전혀 出現하지 않았다. 6 海區에서는 10 尾로 표층채집에서와 같은 양의 치어가 出現했다.

3 月 (35°05' ~ 36°25' N, 125°55' ~ 126°35' E 海域)

1981 年 3 月 27 일부터 30 일까지 35° 36°25' N, 126°55' E 동쪽의 연안을 加露林灣에서 사용했던 網口直徑 1 m의 Standard net를 사용하여 표층채집 하였다. 緯度, 經度 10' 간격으로 22 개 海區를 設定하여 각 해구의 中央部分에서 表層 曳網한 결과 베도라치 치어 出現量은 4, 10, 13, 16, 20, 22 海區를 제외한 전 海域에서 出現했다 (Fig. 21).

위도가 높은 36°20' N 一帶의 해구 1, 2, 6, 7에서는 많은 출현량을 보였고 특히 淺水灣 入口인 7 海區에서 最高에 달했다 (335 尾 / 1,000 m³). 緯도가 낮은 17, 18 海區에서는 1,000 m³當 186, 132 尾로 비교적 높은 出現量을 보였고 35°25' ~ 35°45' N까지의 19, 21 海區는 모두 8 尾 / 1,000 m³로 貧弱했다. 35°45' ~ 36°15' N의 해구에서는 1,000 m³當 50 尾 이내의 출현량을 보였다.

이와 같이 해구별 베도라치 치어 출현량은 변화가 많아 海域別로 일정한 경향을 파악하기 힘들었고 보다 正確한 解析은 구체적인 海洋環境調查를 必要로 하고 있다. 2 월에 調査한 36°50' N 이상의 해역과는 時期的으로 달라 正確한 비교는 할수 없었으나 베도라치 치어는 36°50' N보다 高緯度의 海域에서 더욱 豊富할것으로 생각된다.

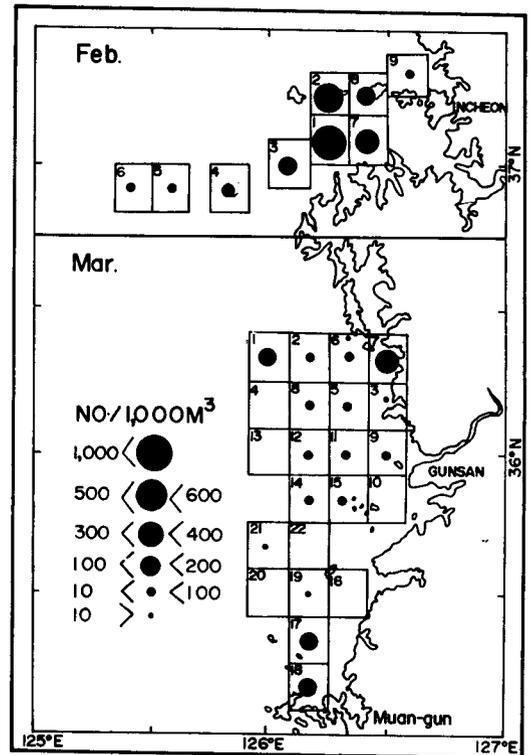


Fig. 21. Distribution of larval gunnels in the Yellow Sea in 1981.

3.4. 産卵

한국 연안에서 베도라치의 産卵에 對하여 구체적으로 연구된 바는 아직 없다. 유럽 海域의 경우 Russell(1976)은 이 種의 産卵時期가 英國의 St. Andrew 연안에서는 11~3월에, Scotland 西部沿岸에서는 2~4월에 산란한다고 記錄한 바 있으며 아일랜드 海역에서는 1~3월에 걸쳐 산란한다고 보고한 바 있다.

本 研究에서는 抱卵狀態의 成魚에 대한 조사는 없었으나 游泳 단계의 稚魚出現 分布를 고려하여 산란시기 및 장소를 추정할수 있었다. 加露林灣에서 1980년 12월의 베도라치 稚魚는 定點1. 2. 4. 6에서 1,000 m³당 3~12尾가 출현한 바있고 1981년 12월 定點4에서 2尾 출현한바 있다. 한편 1981년 3월 Standard net에서 채집된 표본의 평균 體長이 10.8 mm로서 1월의 稚魚 성장과 매우 흡사한 점(3. 4. 6 參考)과 稚魚 出現量의 分布가 2월에 최고에 達하는 점을 고려할때 京畿道와 忠淸南道 연안에서의 베도라치는 12월부터 3월에 걸쳐 산란하며 主 産卵時期는 2월로 판단된다.

3. 3. 2에서 조사된 海區別 稚魚 出現量과 加露林灣에서의 定點別 稚魚 出現量을 볼때 베도라치는 加露林灣 外灣의 岩盤 海域에서 산란하는 것으로 推定된다.

3.5. 回 游

加露林灣으로부터 外海의 岩盤海域에서 12~3월에 걸쳐 산란한 것으로 보이는 치어는 孵化 직후 内灣으로 回游한다(Fig. 22). 每年 海況에 따라 약간의 차이는 있으나 1월에 산란된 치어를 기준할 경우 1월 하순에는 수온 1℃ 정도의 加露林灣 입구에 達하는 것으로 보인다. 2월 하순에는 水溫 2℃ 정도의 加露林灣의 가장 内灣에 까지 베도라치 稚魚가 分布하며 체장이 아직 작아서(약 13 mm) 醃旋網에 加入되지 않는다. 3월 중순경이면 보다 성장된 稚魚는 内灣의 수온 8℃ 정도의 가마봉 부근에서 처음으로 醃旋網에 加入되어 漁場이 형성된다. 4월 하순 수온이 11~12℃ 정도로 上昇되면 主 回游群은 栗島 부근에 달하며 5월 중순에는 古波島와 牛島부근, 5월 하순에는 수온 11.3℃ 정도의 皮島부근에 달한다. 6월 하순에는 수온 17.2℃ 정도의 灣入口에 다시 도달한다(Table 14).

7월하순 6~7.5 mm 정도로 성장한 베도라치 未成熟魚는 水溫 22℃ 정도의 灣外 3~4 miles 海역에서 성어 서식장으로 가입되며 이곳에서 醃旋網 베도라치 어업은 終了된다. 이와 같이 孵化直後 부터 幼魚期까지 沿岸의 灣으로 회유하여 棲息한후 다시

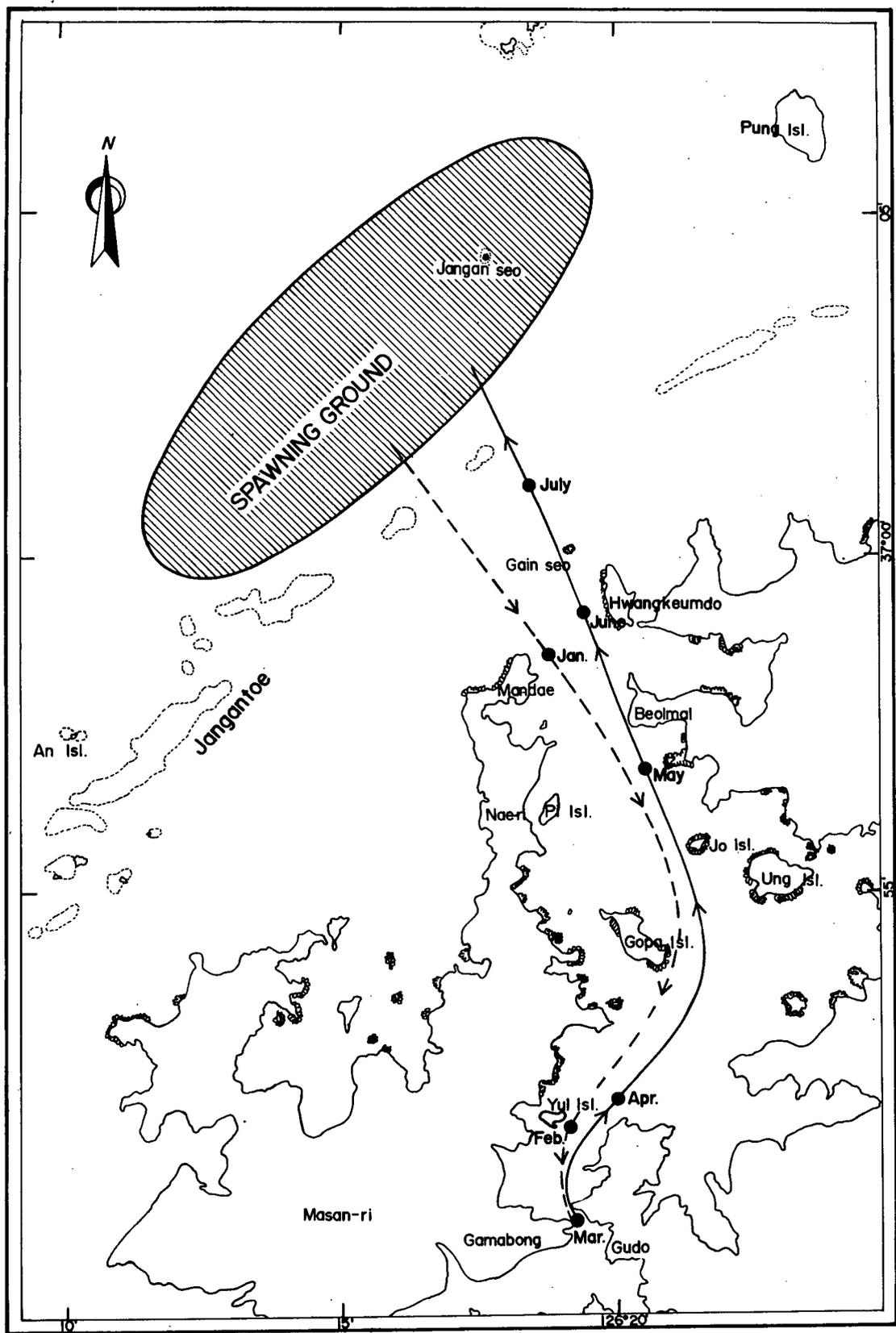


Fig. 22. Migration route of larval gunnels in Garolim Bay in 1981.

외해로 회유하는 生理的인 mechanism은 許 等(1980)에서도 言及된 바와 같이 적
합한 서식수온과 豊富한 먹이를 찾기위한 成魚期이전의 季節 索餌回游로 판단된다.

3.6. 成 長

3.6.1. 成長過程

後仔魚期

본 조사기간 중에서는 孵化直後의 前仔魚期 상태는 발견하지 못했고 1, 2월의
卵黃이 흡수된 상태의 전장 11~13 mm 정도의 後仔魚期 단계의 仔魚가 출현했다. 몸은
현저히 길며 肛門은 몸의 중앙보다 약간뒤에 위치하며 筋肉節은 約 86個 정도였다.

背鰭와 臀鰭의 鰭條는 아직 형성이 안된 膜鰭의 상태였다. 尾端部에서는 尾鰭의
原基가 형성되기 시작하며 胸鰭의 鰭條는 아직 뚜렷하게 형성되지 않은 상태였다. 머
리는 큰 편이고 입은 크게 벌린 상태이며 消化管의 腹側과 肛門 뒷부분의 腹側에 1
列의 黑色素胞가 있고 항문과 소화관의 背側에 3~4개의 큰 黑色素胞가 있다 (Fig.
23-A).

Table 14. Environmental factors(mean values)during the migrational period
of larval gunnels in Garolim Bay in 1981.

Month	Temp. (°C)	Salinity ‰	Dissolved Oxygen (mg/l)	Secchi Disc Depth (m)
Jan.	1.0	31.95	-	0.5
Feb.	2.3	31.63	13.2	1.5
Mar.	7.7	31.93	10.2	3.5
Apr.	12.3	32.03	8.4	2.0
May	11.3	31.99	9.2	3.5
June	17.2	32.07	8.6	1.5

稚魚期

치어기에서는 體長 약 20~45 mm의 각 지느러미의 鰭條가 완성된 상태였다. 背鰭 80, 臀鰭 II 44~45, 胸鰭 12~14, 腹鰭 2였고 몸의 斑紋이나 色彩는 아직 형성되지 않은 단계였다.

體長 34 mm의 경우 (Fig. 23-B) 아가미가 이미 형성되었고 消化管에는 크고 작은 11개의 黑色素胞가 분산되어 있고 눈 뒤에 1개, 아가미 밑에 2개의 黑色素胞가 存在했다. 體長 43 mm의 경우 (Fig. 23-C) 筋肉節은 구분할수 없었고 소화관의 발달이 뚜렷했다. 주둥이와 머리 앞 부분에서는 成魚의 斑紋이 나타났다. 눈 뒤로는 5개의 黑色素胞가 있고 소화관의 背側에도 黑色素胞가 있었다.

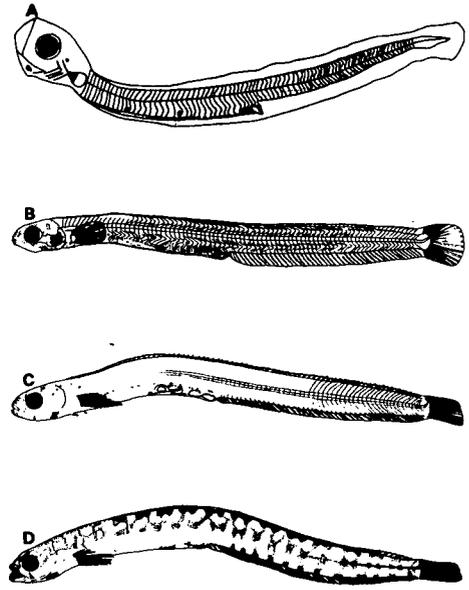


Fig. 23. Developmental series of young *Enedrias* sp. in Garolim Bay.

未 成魚期

6월 下旬에 58 mm 정도까지 성장하여 黑色素胞는 더 이상 나타나지 않으며 體形이나 斑紋과 色彩가 成魚와 같은 形態로 性的으로는 未熟한 未成魚期에 달했다 (Fig. 23-D).

3.6.2. 成長率

1월부터 7월까지 每月 25日경을 중심으로 Standard net와 醃旋網으로부터 採集된 稚魚의 成長은 Table 15와 같다. 12월부터 3월까지의 산란시기로 추정되므로 이 時期의 月別 成長은 산란시기의 前後에 따라 相異할 것이다. 3월의 경우 Standard net에서 채집한 標本의 體長은 平均 10.8 mm로서 1월의 경우 보다도 오히려 작은 産卵群이었다. 醃旋網에서 채집된 標本도 成長이 큰것과 작은것이 있어 작은것은 平均 17.1 mm, 큰것은 平均 30.7 mm로 큰 차이를 보이고 있다. 4월의 경우 漁具가 다른 Standard net와 醃旋網에서의 標本의 成長이 同一한 점과 5월부터는 베도라치 치어가 Standard net에 잡히지 않은 점을 볼때 베도라치 치어는 5월 下旬 이전의 稚魚後期를 끝으로 Planktonic Stage를 모두 마치는 것으로 판단된다.

Table 15. Mean length and weight of gunnel larvae in Garolim Bay in 1981.

Month	Date	No. of Sample	Total length (cm)		Total weight (g)		Fishing gear
			\bar{x}	s	\bar{x}	s	
Jan.	27	30	1.09	0.11	0.0020	0.0005	Standard net (1m)
Feb.	27	30	1.29	0.20	0.0030	0.0019	Standard net
Mar.	30	6	1.08	0.12	0.0021	0.0004	Standard net (0.6m)
Mar.	28	30 *	1.71	0.29	0.0119	0.0063	Stow net
Mar.	28	30 **	3.07	0.36	0.0600	0.0200	Stow net
Apr.	23	30	3.73	0.31	0.0800	0.0200	Standard net (1m)
Apr.	24	30	3.73	0.26	0.1000	0.0200	Stow net
May	25	30	4.68	0.38	0.1800	0.0600	Stow net
June	25	30	5.79	0.51	0.3700	0.1100	Stow net
July	25	30	6.75	0.52	0.6100	0.1800	Stow net

\bar{x} : Mean s: Standard deviation *: Small group **: Large group

魚貝의 選擇性 (Selectivity of fishing gear) 이 동일한 3월부터 7월까지의 해선망 표본의 치어 성장을 볼 때 매월 평균 9.2 mm의 성장을 보이며 성장이 가장 큰 달은 6월이고 (11.1 mm) 작은 달은 4월 (6.6 mm) 이었다. 5월과 7월에는 각각 9.5 mm, 9.6 mm씩 성장했다. 年齡에 따른 體長 成長式은 指數曲線이나 1월부터 7월까지의 성장은 거의 直線을 형성하고 있다. 1월과 3~7월의 해선망 표본의 평균 체장을 이용한 直線式은 $Y = 0.9371 X + 0.1207$ ($r = 0.9985$) 였다 (Fig. 24). 이 경우 1월에 산란한 稚魚群의 2월 體長은 1.99 cm 정도일 것으로 추정된다.

베도라치 치어시기의 성장은 12~3월에 걸쳐 相異한 시기에 산란된 産卵群 間的 混合때문에 정확한 월별 성장율을 파악하기 힘들었으나 월평균 9.4 mm 정도 성장할 것으로 생각된다.

3.6.3. 體長 - 體重 關係式

일반적으로 魚類의 체중(W)와 체장(L)은 $W = qL^k$ 으로 표시된다 ($q \cdot k = \text{常數}$). 1~7월까지 月別 30尾씩 210尾에 대한 체장과 체중을 조사한 결과 (Table 15)

$\log W = 3.0795 \log L - 6.34947$ ($r=0.96666$)
 로서 體長-體重 關係式은 $W = 1.67 \times 10^{-3} L^{3.0795}$ 였다 (Fig. 25)

3.7. 食 性

한국 沿近海의 베도라치 치어의 食성에 대하여서는 아직 연구된 바가 없다. 大西洋의 유럽연안 海域에서는 *Pholis gunnellus*의 稚魚後期の 消化管에서 *Nerine* 幼生の 것으로 보이는 强毛와 copepods의 출현을 報告한 바 있다 (Russell 1976).

본 연구에서는 1981년 7월 25일 海邊에서 어획된 20尾의 치어의 胃 内容物을 조사했다. 표本の 選定은 많은 먹이를 攝取하여 腹部가 팽만되어 있는 것을 擇했으므로 20尾 모두가 内容物을 含有했다. 가장 出現率이 높은 内容物은 甲殼類로서 20尾의 치어중 17尾에서 나타났다. 갑각류의 대부분은 Copepoda 로서 (85%) 주종은 *Paracalanus parvus* 였다.

그 외에 Cirripedia의 nauplius, Decapoda 그리고 種이 구분안된 Zoea가 出現했다.

주로 망둥어류의 치어로 보이는 어류 치어는 전 표本の 45%인 9尾에서 출현했으며

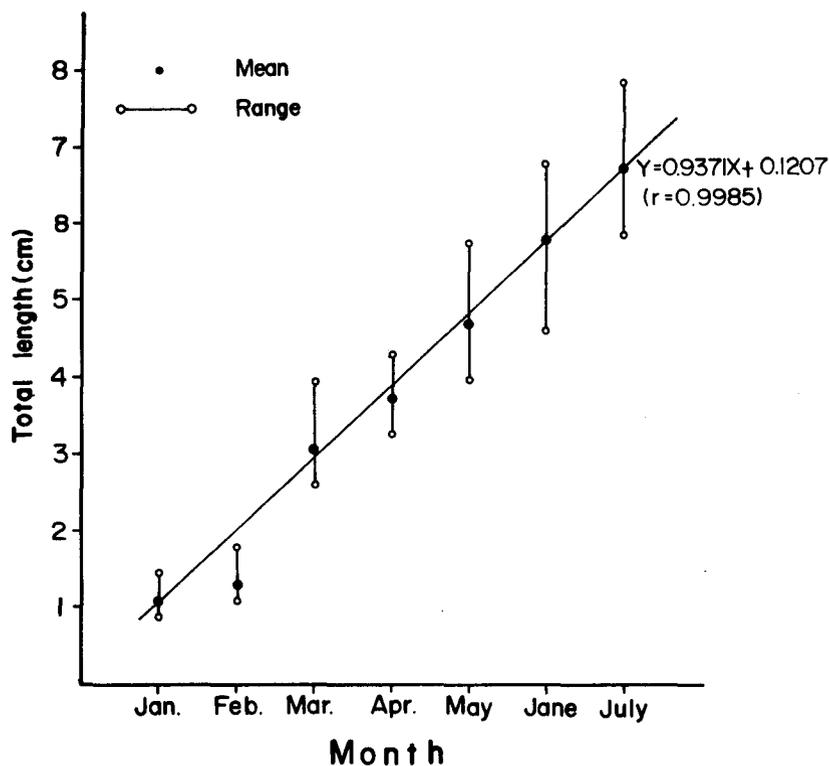


Fig. 24. Monthly growth of larval gunnels in Garolim Bay in 1981.

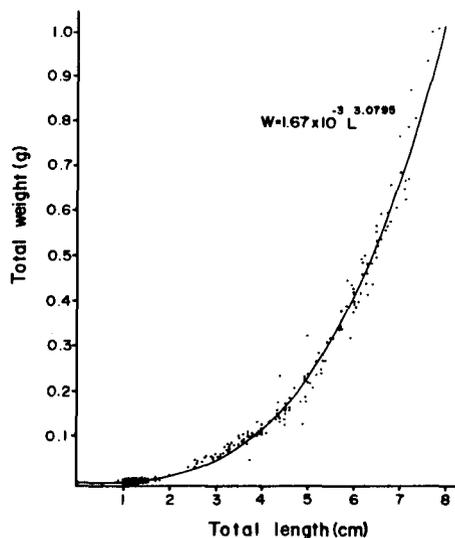


Fig. 25. Length - Weight relationship of larval gunnel in Garolim Bay in 1981.

二枚貝類와 腹足類의 稚貝 그리고 polychaeta의 蛭모도 관찰되었다. 이 외에 Nematoda가 전 표본의 65%인 13尾에서 출현했는데 이것이 寄生性인지 餌料인지의 문제는 명확히 알 수 없으나 가로림만 어류의 表皮에서도 Nematoda가 많이 발견된 점으로 볼 때 이는 寄生性인 것으로 생각된다. 한편 표본중 4尾(20%)가 3~4개의 작은 모래알을 含有했다(Table 16). 이와 같은 胃 内容物 構成을 볼 때 배도라치 치어는 典型的인 肉食性이라 할 수 있다.

Table 16. Stomach contents of larval gunnels caught in Garolim Bay during July, 1981.

Stomach contents	No. of specimen *
Nematoda	13
Gastropoda	4
Bivalvia	6
Crustacea	
Copepoda	17
Cirripedia	1
Decapoda	6
Zoea	5
Fish Larvae	9
Bristles	2
Sands	4

* Number of fish in which the stomach contents were found.
Twenty fish specimen were examined for analysis.

3.8. 資源量 構造

1976년부터 1981년까지의 加露林灣에서의 베도라치 치어 漁獲量은 Table 17과 같다. 總 漁獲量은 1976年 980.1%을 어획한 이후 계속 減少하여 1979년에는 가장 낮은 어획량을 記錄했다(345.7%). 1980년부터 다시 增加하기 시작하여(516.4%) 1981년에는 최대의 어획량(1,180.5%)에 달했다.

배 척수는 1976년에 18척, 1977년 19척, 1978년과 1979년에는 20척에 달했으며 1980년과 1981년에는 다시 19척으로 감소되었다. 3월부터 7월까지 漁撈作業 日數는 年間平均 隻當 114日이며 4~6월은 한달 내내 작업하나 3월과 7월은 매년 海況에 따라 차이가 있었다. 總 漁獲努力(배척수×작업일수)은 1976년에 가장 낮았고(1978) 그후 증가하여 1979년에는 2,360으로 가장 높았으며 1980년과 1981년에는 다시 감소 되었다.

單位努力當 漁獲量은 1976年(490.53 kg)이후 계속 감소하여 1979年 (147 kg)에 최저에 달했으며 1980年 부터는 다시 증가하여 1981년에는 545 kg으로 최고에 達했다. 1976년부터 1979년까지는 어획노력의 增加에도 不拘하고 單位努力當 漁獲量은 격감하여 資源變動 解析이 容易했다. 그러나 1980년부터는 어획노력의 감소에도 어획량은 급증했으며 이에 대한 해석은 단위노력당 어획량의 자료 이외에 海況, 捕食者-被捕食者의 關係, 生物學的 Rhythm 等に 關한 다년간의 構體的인 資源調査로 해석될 수 있을 것이다.

3.9. 他 魚種과의 混獲

加露林灣에서 魚獲되는 베도라치 稚魚는 醜旋網 漁具에 의한 것이므로 다른 여러종의 어류가 함께 混獲되고 있다. 3월부터 7월까지 每月 下旬에 海邊망으로 부터 採集된 표본에 의하면 베도라치 稚魚와 함께 混獲되는 어류는 18種이었다. 어류 이외에도 甲殼類, 頭足類 多毛類 海星類 등이 혼획되었다.

他 魚種과의 혼획율은 月別에 따라 다르며 3월과 4월은 甲殼類의 小型 새우류가 전 어획의 70% 이상을 차지했다. 어류의 경우만을 볼때 3월의 베도라치 치어는 전체의 28.37%였고 농어와 실뱀장어는 각각 전체의 0.99와 0.1%였다. 4월의 베도라치 치어는 전체의 12.64%로 3월에 比하여 감소되었고 수영문질이 5.02%였다.

이외 동갈양태, 까나리 실고기 및 참서대가 1.5% 이하의 적은 비율로 혼획되었다. 5월과 6월에는 베도라치 치어가 90% 이상으로 대부분을 차지하나 7월에는 1%에 不過했으며 멸치가 전체의 98.1%를 차지했다(Table 18).

Table 17. Catch statistics of larval gunnels in Garolim Bay, 1976~1981.

Year	Month	Total Production(kg) (Y)	Fishing effort			CPUE(kg) ($Y/x_1 \cdot x_2$)
			No. of ships (x_1)	No. of fishing day (x_2)	Total fishing effort ($x_1 \cdot x_2$)	
1976	Mar.	3,125	18	5	90	35
	Apr.	18,749	"	30	540	35
	May	299,174	"	31	558	536
	June	542,606	"	30	540	1,005
	July	116,424	"	15	270	431
	Total	980,078	18	111	1,998	491
1977	Mar.	3,974	19	7	133	30
	Apr.	17,030	"	30	570	30
	May	291,962	"	31	589	496
	June	283,769	"	30	570	498
	July	79,694	"	20	380	210
	Total	676,429	19	118	2,242	302
1978	Mar.	5,684	20	10	200	28
	Apr.	17,052	"	30	600	28
	May	174,048	"	31	620	281
	June	204,624	"	30	600	341
	July	45,472	"	10	200	227
	Total	446,880	20	111	2,220	201
1979	Mar.	5,749	20	15	300	19
	Apr.	11,499	"	30	600	19
	May	152,096	"	31	620	245
	June	94,080	"	30	600	157
	July	82,320	"	12	240	343
	Total	345,744	20	118	2,360	147
1980	Mar.	2,329	19	3	57	41
	Apr.	23,292	"	30	570	41
	May	84,907	"	31	589	144
	June	146,726	"	30	570	257
	July	259,190	"	20	380	682
	Total	516,444	19	114	2,166	238
1981	Total (May-July)	1,180,508	19	* 114	2,166	545

* Estimated value by averaging data from 1976 to 1980.

Table 18. Composition of larval fishes caught by stow net in Garolim Bay, Mar. ~ July 1981.

Species	Mar.		Apr.		May		June		July	
	Weight (g)	%								
<i>Engraulis japonica</i>									673.3	98.05
<i>Plecoglossus altivelis</i>	0.4	0.05								
<i>Anguilla japonica</i>	0.8	0.10	0.2	0.02						
<i>Astroconger myriaster</i>					1.9	0.21	7.6	0.85		
<i>Syngnathus schegeli</i>			3.8	0.42					3	0.44
<i>Lateolabrax japonicus</i>	8.3	0.99								
Stichaeidae gen. sp.	0.2	0.03								
<i>Azuma</i> sp.			0.3	0.03						
<i>Enedrias nebulosus</i>	237	28.37	113.6	12.64	912.7	99.18	817.8	91.55	6.7	0.98
<i>Ammodytes personatus</i>			3.6	0.40	1.2	0.13				
<i>Callionymus richardsoni</i>			13.5	1.50						
Gobiidae gen. sp.							0.3	0.03	1	0.14
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>									1.7	0.25
<i>C. sciistius</i>			45.1	5.02						
<i>Hexagrammos otakii</i>					2.9	0.32	0.1	0.01		
<i>Trachidermus fasciatus</i>					1.4	0.15				
Bothidae gen. sp.									1	0.14
<i>Verasper variegatus</i>	0.1									
<i>Areliscus joyneri</i>			2.9	0.32						
Crustacea	588.2	70.40	660.6	73.50			61	6.83		
Cephalopoda			10.5	1.17	0.1	0.01	5.6	0.63		
Polychaeta	0.5	0.06	44.7	4.97			0.8	0.09		
Asteroidea							0.1	0.01		
Total	835.5	100.00	898.8	100.00	920.2	100.00	893.3	100.00	686.7	100.00

3.10. 考 察

加露林灣에서는 물론 忠淸南道와 京畿道 전 연안에서의 중요한 유용생물 자원의 하나인 베도라치 치어자원은 오래전부터 漁獲對象種이었음에도 不拘하고 이 자원에 대한 연구실적은 1980年 이전까지는 全無했다. 따라서 이 자원에 대한 生物學的인 基礎知識은 완전히 糾明되지 않은 실정이다. 조사기간중 이 치어자원이 北緯 35° 05' ~ 37° 25' 東經 125° 20' 에까지 분포하는 점으로 보아 베도라치 치어는 西海 全 연안에 棲息하는 것으로 판단된다. 그러나 外海로 나갈수록 일정한 海區 面積當 稚魚 出現量이 감소되고 있는 점과 1980年 우리나라 沿岸에서의 총 어획량 가운데 40.1%가 충청남도 瑞山郡 연안에서 어획되던 점을 考慮할때 이 海域이 가장 密度가 높은 서식장으로 생각된다.

조사기간중 抱卵狀態의 成熟魚를 발견하지 못하여 직접적인 産卵習性을 연구할 수 없었다. 그러나 월별 치어 출현 분포와 3월의 베도라치 치어 成長이 平均 10.8, 17.1, 30.7 mm의 3 groups으로 뚜렷히 구분되는 점을 참고할때 京畿道 및 忠淸南道 沿岸에서의 베도라치는 12월부터 3월에 걸쳐 산란되며 海역에 따라 약간의 時期的인 差異가 存在할 것으로 판단된다. 이는 Russell (1976)이 報告한 英國 및 Scotland 연안 海역에서의 산란습성과 一致하고 있다.

忠南沿岸에서의 베도라치 産卵海域은 2월의 海區別 稚魚 出現量이 37° 05' N 와 126° 15' E의 부근에서 가장 높았던* 점과 베도라치가 岩盤의 海역에 서식하는 점 (元田茂 1966)을 고려할때 加露林灣 外海 3~6 miles 海역부근의 岩盤地帶가 産卵場일 가능성이 높다.

加露林灣의 物理學的 環境要因의 조사결과를 보면 灣의 入口, 中央, 內灣에 따라 뚜렷한 변화 경향을 보여 봄철에 內灣으로 갈수록 높은 수온의 安定된 環境이 형성되고 있다. 또 動物性 浮游生物의 月別 定點別 出現量은 봄철에는 內灣에서 높고 여름으로 갈수록 外海쪽에서 높아지는 傾向을 보여 베도라치 치어의 月別 分布現象과 一致하고 있다.

이러한 加露林灣의 物理海洋學的, 生物海洋學的 環境要因으로 미루어 볼때 孵化 직후 外海로 부터 灣內로 회유한 후 다시 外海로 회유하는 베도라치 稚魚期의 回游習性은 적합한 棲息水溫과 豊富한 먹이를 찾기 위한 季節 索餌回游로 판단되며 加露林灣의 內灣은 베도라치 치어 成育場으로 매우 중요한 역할을 하고 있는 것으로 생각된다.

베도라치 치어의 성장은 産卵時期가 다른 魚群 間的 混合으로 정확한 成長率을 추정하기 힘들었다. 그러나 5월부터는 치어가 Plankton net에 加入되지 않은 점을 고려할때 體長이 約 4.5 cm 정도 이상으로 성장하면 Planktonic stage를 마치고 底層에서 서식하는 것으로 판단된다. 6월하순 頃에는 成魚의 外部形態와 흡사한 未成魚期 단계로 들어가며 베도라치 稚仔魚期와 未成魚期 단계에서의 體長-體重 關係는 $W = 1.67 \times 10^{-3} L^{3.0795}$ 로서 相關關係가 매우 높다 ($r = 0.96666$).

베도라치 치어의 食性은 成長過程에 따라 약간의 차이가 있을것으로 생각되나 7월에 채집한 베도라치 胃 內容物을 고려할때 典型的인 肉食性 魚類로 판단된다. 胃 內容物 가운데 가장 出現頻度가 높은 먹이생물이 Copepoda였던 점과 동물성 부유생물의 種構成중 Copepoda가 가장 優勢했던 점등은 베도라치 稚魚 回游의 生理的 mechanism이 동물성 부유생물의 分布와 관련된 索餌回游임을 뒷받침 하고 있다.

한편 底棲生物과 베도라치와의 관계는 베도라치 치어의 胃에서 발견된 腹足類, 二枚貝類 및 모래알과 베도라치 成魚가 底棲性 魚類라는 점을 고려할때 小型 底棲生物은 베도라치의 먹이 생물로서 매우 중요한 聯關性이 있을 것으로 판단된다.

한편 1980年 5월에 加露林灣에서 어획한 쥐노래미 (體長 23.6 cm, 體重 20.4 g)의 胃에서 總 內容物 7.05 g 가운데 2.29 g이 36尾의 베도라치 稚魚로 構成됐던 점과 1980年 2월에 어획된 풀망둑 (體長 30.3 cm, 體重 146.2 g)의 胃에서 體長 13.4 cm의 베도라치 1尾가 출현했던 점(印刷中)을 고려하면 베도라치 치어의 自然死亡은 쥐노래미 및 망둥어류와 같은 肉食性 魚種의 捕食과 가장 큰 관계가 있을 것으로 생각된다.

加露林灣에서의 單位努力當 漁獲量에 의한 資源量變化는 1976年 以後 계속 감소하여 1979년에는 1976년의 資源量보다 70%가 감소된 濫獲의 상태가 뚜렷했다. 그러나 1980年 부터는 漁獲量이 다시 增加하기 시작하여 1981년에는 최고에 달했다.

Beverton (1962)은 北海의 가자미 研究에서 資源郡 (stock)과 再生産에 의한 加入量 (recruitment) 사이에 아무런 연관성이 없음을 발견했으며 그 이유는 資源郡(stock)은 어떠한 절망적인 자원상태에서도 回復될 수 있는 自然的 補償機構 (Compensatory mechanism)을 갖고 있기 때문이라고 解析했다. 따라서 1980년부터의 資源量的 急增은 이와 같은 실치자원의 自然的 補償機構가 원인일 수도 있을 것이다.

1980年과 1981年の 베도라치 치어 어획량과 베도라치 치어의 주 먹이가 되는 Copepods의 량을 比較해 보면 1980, 1981年の 4월부터 7월까지의 月 平均 Copepods量은 100 m³當 各各 1,529, 4,139尾였고 베도라치 치어 총어획량은 516.4, 1,180.5 ㎏였다. 이와 같이 1981年の 어획량이 急增된 이유는 먹이생물인 Copepod가

大量繁殖했기 때문에 생각할 수 있다. 따라서 1979년까지 계속 減少한 자원량이 1980年 부터 급증한 現象에 對한 解析은 單位努力當漁獲量의 資料 이외에 海況 捕食者 - 被捕食者의 關係, 密度와 死亡率과의 關係, 生物學的 Rhythm 등에 관한 多年間의 資源調查로 가능할 것이다.

본 조사는 베도라치 치어 및 미성숙어 단계에 局限되어 전반적인 資源構造를 糾明할 수 없었다. 현재 베도라치 成魚는 어획대상이 되고 있지 않으므로 成魚의 生態 및 자원구조가 밝혀질때 合理的인 資源管理가 가능할 것이다.

베도라치 成魚는 西海 加露林灣 外에 東海의 蔚山灣, 南海의 馬山灣, 得糧灣에서도 發見되었으며 (許 等 1981; Lee *et al.* 1981) 鄭 (1977) 은 우리나라 全 沿岸의 內灣에 分布한다고 記錄한 바 있다. 그러나 西海에서만 베도라치 치어 어업이 盛行하는 이유는 許 등 (1980)이 이미 보고한 바와같이 強한 潮流의 힘을 이용한 經濟的인 漁業方法이 가능하기 때문으로 생각된다. 따라서 베도라치 資源을 어획할 수 있는 適合한 어업방법이 개발될 경우 베도라치는 韓國 全 沿岸에서 새로운 有用生物資源으로 開發할 수 있는 가능성이 큰 資源이라 할수 있다.

VI. 結 論

加露林灣의 有用生物資源 研究을 위한 제 2 차년도 調査를 1981년 1월 부터 12월까지 每月 실시하였다. 금번 조사에서는 특히 가로림만 에서 가장 중요한 魚種인 베도라치의 稚魚資源의 生態를 중점적으로 다루었는데 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

水温은 -1.0°C 에서 28.1°C 까지의 分布를 보였으며, 3~9월은 內灣으로 向할수록 水温이 높았고 1~2, 10~12월은 반대현상이 있었다. 水深別 水温變化는 거의 없었다. 鹽分度는 30.05~32.19%였고 定點 5와 6에서 7~12월에 약간 낮은 分布를 보였을뿐 모든 定點에서 거의 均一한 鹽分濃度를 보였다. 한편 浮游物質의 量과 透明度의 年變化 樣相은 거의 없었으며 溶存酸素의 量은 $5.4\sim 14.6\text{ mg/l}$ (飽和度 72.59~125.01%)의 分布였다.

Chlorophyll -a 는 $0.02\sim 1.98\text{ mg/m}^3$ 로 상당히 낮은 基礎生産力이었다.

植物性 浮游生物은 63種類로 구성되어 있었으며 *Paralia sulcata*, *Thalassionema nitzschioides*, *Skeletonema costatum* 그리고 *Chaetoceros debilis*가 優占種이었다. 現存量은 $932\sim 346,491\text{ cell/l}$ 로 낮은 편이었다.

動物性浮游生物은 대부분 Copepoda로 이루어졌으며 여름철에는 無脊椎動物의 幼生들도 多樣하게 나타났다. 種 組成이나 出現量의 季節別 消長關係를 고려할 때 古波島를 중심으로 하여 灣 入口쪽과 안쪽의 海域이 서로 다른 動物性 浮游生物의 構造를 갖는 것으로 생각된다.

調査期間 中 동정된 底棲動物은 총 312屬 375種에 달하며 이중 潮間帶에서 184屬 212種, 潮下帶에서 257屬 307種이 出現하였다. 潮間帶의 경우 灣 入口에서 內灣으로, 조간대 上部에서 下部로 갈수록 種 數와 個體 數가 증가하고 있었으며 일부 優占種의 대량출현으로 인하여 뚜렷한 계절적 변화도 찾아볼 수 없었다. 潮下帶의 경우는 優占種의 분포는 저질의 粒度組成과 有關하여 種 類似度는 각 장점 간의 거리나 灣 구조에 따른 차이와 附着生物의 出現에 따라 결정되는 것 같았다. 潮間帶 附着生物은 垂直帶狀分布가 뚜렷하여 상부에서는 *Chthamalus challengeri*, 중부에서는 *Balanus abicostatus*, 하부에서는 *Crassostrea gigas*가 優占을 이루고 있었다.

加露林灣에서 調査期間中 出現한 魚類는 모두 46種으로 4월에 가장 많이출현했다. 主 魚種은 베도라치 치어, 망둥어류, 송어 등이 었다. 어류의 卵稚魚는 卵이 4種 稚魚가 25種 出現했으며 主 産卵은 6~7월 및 12~1월에 이루어지고 있는것으

로 보인다.

加露林灣의 內灣은 망둥어류, 멸치, 전어, 가자미류, 박대 등 有用魚類의 産卵場 그리고 베도라치 치어의 成育場으로 보이며 이는 높은 水温과 豊富한 動物性 浮游生物 때문에 판단된다.

加露林灣에서 가장 有用한 資源인 베도라치 치어 실치는 韓國 全 沿岸에 分布하며 가장 棲息 密度가 높은 海域은 瑞山郡 沿岸으로 판단된다. 産卵時期는 海域에 따라 多少 차이가 있으나 京畿道와 忠淸南道 沿岸의 경우 12~3月이며 主 産卵時期는 2月일것으로 판단된다. 産卵場所는 加露林灣 外海의 岩盤 및 조가비가 많은 海域일 것으로 思料된다.

産卵後의 稚魚가 灣內로 回游해서 成育되며 水温 上昇과 더불어 다시 外海로 回游해 나가는 것으로 보아 베도라치 치어의 회유는 棲息水温 變化 動物性 浮游生物의 月別分布變化 등에 따른 季節, 索餌 回游로 判断된다.

베도라치 치어는 5월부터는 planktonic stage 를 마치고 底層에서 서식하기 시작하며 稚魚期와 未成魚期 단계에서의 體長 體重 關係는 $W=1.67 \times 10^{-3} L^{3.0795}$ 였다.

베도라치 치어의 食性은 肉食性이며 가장 중요한 먹이 생물은 Copepoda였다. 또 Gastropoda, Bivalvia 등의 小型 底棲生物도 중요한 먹이 생물이며 베도라치 치어의 自然死亡은 주로 쥐노래미 망둥어류와 같은 底棲肉食性 魚種의 捕食에 의한 것으로 생각된다.

베도라치 치어의 자원량 增加는 먹이생물인 Copepoda의 자원량 변화와 큰 관계가 있는것으로 思料되나 單位努力當漁獲量의 資料이외에 海況, 捕食者의 관계, 密度와 死亡率과의 관계 生物學的 Rhythm 등에 관한 조사자료의 미비로 구체적인 資源變動 解析은 어려운 실정이다.

베도라치 成魚는 未利用 狀態이며 또 韓國 全 沿岸에 分布하므로 새로운 沿岸 有用生物資源으로서 開發 可能性이 높다.

V. 參 考 文 獻

- 岡田 要. 1965. 新日本動物圖鑑. 金羊社, 東京, 日本.
- 郭熙相·李敬魯. 1977. 가을철 迎日灣 海水中 植物性 플랑크톤 色素量과 그 分布. 韓國海洋學會誌. 12:57~66.
- 農水産部. 1981. 水産統計年報.
- 朴清吉. 1975. 鎮海灣 海水의 富營養化와 Chlorophyll 分布. 韓國水産學會誌, 8:121~127.
- 山路 勇. 1966. 日本海洋プランクトン圖鑑. 保育社, 東京, 日本.
- 松原喜代松. 1955. 魚類の形態と檢索. I~III. 石崎書店, 東京, 日本.
- 沈載亨·李元鎬. 1979. 西海 淺水灣의 식물성 플랑크톤에 대하여. 韓國海洋學會誌, 14:6~14.
- 阿部宗明. 1963. 原色魚類檢索圖鑑. 北隆館, 東京, 日本.
- 劉光日·李鍾華. 1976. 馬山灣의 環境學的 研究. 2. 植物性 플랑크톤의 年變化. 韓國海洋學會誌, 11:34~38.
- 李晋煥·韓明洙·許亨澤. 1981. 鎮海灣의 赤潮原因生物에 관한 研究. 海洋研究所 所報 제3권2호 (인쇄중).
- 鄭文基. 1977. 韓國魚圖譜. 一志社, 서울, 韓國.
- 許亨澤·金鍾萬·吳舜吉·金東燁·李梓學·奉鍾憲·劉光日·劉順愛. 1978. 高亭里 火力發電所 建設地點 附近海域에 對한 海洋生態學的 基礎調查研究. 海洋開發研究所 報告書, BSPI 00014-14-3.
- 許亨澤·許聖範·洪在上·金東燁·李梓學·李晋煥·金鍾萬·李舜吉·李海福. 1980. 加露林灣의 有用 및 未利用 生物資源 開發에 관한 研究. 海洋開發研究所 報告書, BSPE00025-44-3.
- Beverton, R. J. H. 1962. Long-term dynamics of certain North Sea fish populations. *In* The Exploitation of Natural Animal populations. ed. by E. D. Lecren and M. W. Hold-gate pp.242~259. Blackwell, Oxford. U. K.
- Bradford, J. M. 1972. Systematics and ecology of New Zealand central east coast plankton sampled at Kaikoura. Bull. N. Z. Dep. Scient.

- ind. Res. 207.
- Brodsky, K. A. 1950. Calanoida of polar and far eastern seas of the U. S. S. R. *Opred Faune U. S. S. R.*, 35: 1~442.
- Brunel, J. 1962. Phytoplankton de la baie des Chaleurs. La press de L'universite' de Montreal.
- Chen, Q., and S. Zhang. 1965. The planktonic copepods of the Yellow Sea and the East China Sea. *Calanoida. Studia Marina Sinica*, 7: 20~122.
- Cupp, E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coasts of north America. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr., Univ. California*, 1~237.
- Dakin, W. K., and A. N. Colefax. 1940. The plankton of the Australian Coastal Waters off New South Wales. *Monogr. Dep. Zool. Univ. Sydeney*.
- Davis, C. C. 1955. The marine and fresh-water plankton. *Mich. state Univ. Press, Michigan, U. S. A.*
- Gannon, J. E. 1971. Two counting cells for the enumeration of zooplankton micro-crustacea. *Trans. Amer. Micros. Soc.*, 90: 486~490.
- Jaccard, P. 1908. Nouvelles recherches sur la distribution Horale. *Bull. Soc. Vaudoise Sci. Not*, 163: 223~270
- Mori, T. 1937. The pelagic copepoda from the neighbouring waters of Japan. *Tokyo, Japan*.
- Rose, M. 1933. Copepodes Pelagiques. *Faune de France* 26.
- Russel, F. S. 1976. The eggs and planktonic stages of British marine fishes. *Academic Press, London. U. K.*
- Scott, A. 1909. The Copepoda of the Siboga Expedition. Part 1. Free-

swimming littoral and semi-parasitic copepoda. Siboga Exped.

Mon. 29.

Ahn, H. D., J. W. Chae, B. H. Choi, S. J. Han, J. S. Hong,
H. T. Huh, K. T. Jung, T. M. Jung., D. Y. Kim, J. M., Kim, C. B. Lee,
Jae H. Lee, Jin H. Lee, K. S. Lee, S. R. Lee, J. Y. Moon, G. T. Park,
K. D. Seo, W. H. Song, B. C. Suk, S. K. Yi, D. M. Yoo, K. S. Yoon.

1981. Hydrographical, meteorological, geophysical, sedimentological,
and ecological surveys and tide model study. KORDI, Report, BSPI
00027-47-2.

Swell, R. B. S. 1947. The free swimming planktonic copepoda. Systematic
Account. Scient. Rep. John Murny Exped., 8(1).

Tanaka, O. 1956. The pelagic copepodas of Izu Region, middle Japan.
Systematic Account II. Family Paracalanidae and Pseudocalanidae.
Publ. Seto. Mar. Biol. Lab. 5(3): 367~406.

Tokuya, K, and K. Amaoka. 1980. Studies on larval and juvenile blennies
in the coastal waters of the southern Hokkaido (Pisces: Blennioidei).
Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 31: 16~49.

Yoo, K. I., and J. H. Lee. 1979. Environmental studies of the Jinhae
Bay. 1. Annual cycles of phytoplankton population, 1976~1978.
J. Oceanol. Soc. Kor., 14: 26~31.

Appendix 1. Numerical abundance of macrozoobenthos in the intertidal zone of Garolim Bay (Feb., 1980-- June, 1981).

Species	Transect I					Transect II					Transect III				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Polychaeta															
<i>Aglaophamus</i> sp.										1					
<i>Ampharete arctica</i>										6					
<i>A.</i> sp.					4										
<i>Amphisamytha japonica</i>															1
<i>Anaitides maculata</i>								8		2					2
<i>Ancistrosyllis hanaskai</i>		2							4	2					2
<i>Aonides</i> sp.					7										
Archannelida indet.					10					3			7		12
<i>Aricidea elongata</i>			3	14	8				4				2		2
<i>A.</i> sp.					12										
<i>Armandia lanceolata</i>			8	166	8			1							1
<i>Australospio</i> sp.		8	2	2											2
<i>Baccardia proboscidea</i> (?)								2					1	1	
Capitellidae indet.		5	11	2	1	2	9	5	12	1	2				2
<i>Ceratoneris erythrocentris</i>															1
<i>Chone</i> sp.					1					2					
Cirratulidae indet.	1				1				2	7	1				1
<i>Cirratulus cirratus</i>										1					
<i>C.</i> sp. A.									3	4					
<i>Cirriiformia tentaculata</i>				3				4	1						1
<i>Cossura coasta</i>															1
<i>Dioparta bilobata</i>									2	2					
<i>Dodecaceria</i> sp.									2						
<i>Dovillea japonica</i>										1					
<i>Eteone</i> sp.		2			4		6	8	11	8			6	2	4
<i>E. longa</i>			2						10		2	2	2		
<i>Euclymene</i> sp.					2				4	18					
<i>Eulalia</i> sp.										2					
<i>Eumida</i> sp.										2					
<i>Eunoe</i> sp.								7	2	5		4			
<i>Eusyllis</i> sp.					1	2									
<i>Exogone uniformis</i>										7					
<i>E.</i> sp.										2	2				
Flabelligeridae indet.										1					
<i>Genetyllis</i> sp.										1					
<i>Glycera chirori</i>								6	5	5					2
<i>G. decipiens</i>		9	14	14	5		1	7	6	67			4	5	13
<i>G.</i> sp.			2		6			4	14	9			4	4	
<i>Glycinde nipponica</i>					4			2	20						28
<i>Goniada japonica</i>									2	2					
<i>Haploscoloplos elongatus</i>	2	4	4	7	5			7	67	17			1		45
<i>Harmothoe foliata</i> (?)										6					

Appendix 1. Continued.

Species	Transect	I					II					III				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Harmothoe</i> sp.								2			6					
<i>Hemipodus</i> sp.								2	1	1						
<i>Lagis bocki</i>							4	12	15	14			3	3	1	
<i>Lumbrineris longifolia</i>			8	4	17			8	45	308	2	3	5	38	124	
<i>L. nipponica</i>		2	3	8												
<i>L. sp.</i>								2	2							
<i>L. heteropoda</i>		2		2	2						2					2
<i>Lepidomotus</i> sp.									2							
<i>Marphysa sanguinea</i>											3					
<i>Magelona japonica</i>														2		
Mactridae indet.											1					
<i>Mysta ornata</i>															1	
<i>Neanthes succinea</i>									2	2				1		
<i>Nephtys caeca</i>					1											
<i>N. polybranchia</i>			2	35	7	15		2	1	24	67	1	11	39	75	
<i>N. sp.</i>												2	10			
Nereidae indet.		122	3				6	12	1		5	14	3			
<i>Notomastus</i> sp.			3	5	4	2			16	31	67		4	2	1	16
<i>Odontosyllis</i> sp.											1					
<i>Ophioglycera foliacea</i>					1											7
<i>O. sp.</i>									1	2	2					10
<i>Ophiodromus</i> sp.					7											
<i>Opisthosyllis</i> sp.					44						2					
<i>Paralacydonia paradoxa</i>																1
<i>P. sp.</i>																4
<i>Paraonides nipponica</i> (?)					2											
<i>Paraonis gracilis minuta</i>					5					1						
<i>P. sp.</i>			1		1			13		2	2					
<i>Perinereis nuntia</i>			4				2			4					1	
<i>Perinereis vancafrica</i> <i>tetradentata</i>			3					46			1	2	48	7	7	2
<i>Pherusa</i> sp.											4					2
<i>Phyllodoce</i> sp.											1					
<i>Phylofelix asiaticus</i>									2	8	25					5
<i>Pisione</i> sp.										2						
<i>Pista</i> sp.											8					
<i>Polycirrus</i> sp.									1		8					
Polynoidae indet.					2						2					
<i>Prionospio cireifera</i>					8	14					7					
<i>P. sp.</i>					1					3	1					
<i>Prionospio ehlersi</i>									2	13				1	5	
<i>Pseudopolydora</i> sp.											2					
Sabellidae indet.							2				4					
<i>Sabellaria</i> sp.										2						

Appendix 1. Continued.

Species	Transect	I					II					III					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
<i>Scolecopsis</i> sp.		2	1		2	12					1	2					1
<i>Sphaerosyllis</i> sp.												2					
Spionidae indet.				2	62	978		2							1	4	
<i>Sternaspis scutata</i>					6		2			210	201	1					19
<i>Streblosoma</i> sp.										24							
<i>Streblospio</i> sp.													2				
Syllidae indet.										2							
<i>Tamfalagamia fauweli</i>							2										
<i>Tharyx</i> sp.		2				2			6	23	28					1	10
<i>Trichobranchus heterochaetus</i>															4		
<i>Tylorrhynchus heterochaetus</i>				1												7	1
Polychaeta indet.		1	1		1	1		1	1		3	1					1
Olygochaeta indet.												4		2	4		
Gastropoda																	
<i>Acteocina coarctata</i>											18	1	1	1			
<i>A. exilis</i>									4						2		48
<i>Agatha virgo</i>		2						1	5	2	17	2			2		1
<i>Assiminea lutea japonica</i>												20	2				
<i>Batillaria cumingii</i>		1	38	199	1		14	20	78	7	8	26	12				
<i>Bullaeta exarata</i>										4	2			3	2		
<i>Cellana</i> sp.														2			
<i>Cerithidea rhizophorarum</i>									11	2	5			4	3		
<i>C. sp.</i>									2								
<i>Cerithideopsis diadarsiensis</i>																	2
<i>C. cingulata</i>								26	22	2							
<i>Cingulina cingulina</i>										1				2			
<i>Clypeomorus humilis</i>																	2
<i>Collisella</i> sp.									1								
<i>Chlichna</i> sp. A.									8	1	2			4			
<i>C. sp. B.</i>				3										8			
<i>Decorifer</i> sp.											5						
Gastropoda indet. A.					1						13				10		9
Gastropoda indet. B.									1	1	3						1
Gastropoda indet. C.										13	4	1					
Gastropoda indet. D.									1		191						
Gastropoda indet. E.										4	2						
<i>Lifforina brevicola</i>				2							2	2					
<i>Lunatia fortunei</i>										1				1	1		1
<i>L. sp.</i>					1					2	13	1					
<i>Lunella coronata coreensis</i>										1					3		1
<i>Mazescala japonica</i>					1		1	10	3								
Natcidae indet.																	6

Appendix 1. Continued.

Species	Transect	I					II					III				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Neverita didyma</i>					2					2				4		6
<i>Odostomia</i> sp.		1					2			1		5	2	9		
<i>Oscilla</i> sp.									2	1						
<i>Paludinella</i> cf. <i>japonica</i>		2	2	9	44		292	491	209	222	461		1	43	8	
<i>Papyriscata latifasciata</i>										1						
<i>Patelloida pygmaea</i>									1							
Patellidae indet.							4	8	2							
<i>Reticunassa beata</i>								3		2		1	1	1	1	
Scaphanderidae indet.																3
<i>Stenothyra edogawaensis</i>										5	7	1		1	1	
<i>Stenotyra glagra</i>							3	1	6							22
<i>Umbonium thomasi</i>			126	225	4											
Bivalvia																
<i>Abra</i> (?) sp.												18		4		
<i>Adula californiensis</i> <i>chosenica</i>													1			
<i>Agriodesma</i> sp.											3					
Bivalves indet. 1									1					1		
Bivalves indet. 2											5					149
Bivalves indet. 3													6			
Bivalves indet. 5																3
<i>Carditella hanzawai</i>											1					
<i>Corbula fortisulcata</i>					2	1							2			
<i>Crassostrea gigas</i>									1							
Cultellidae indet.										2						
<i>Cycladicama emmingii</i>															2	
<i>C.</i> cf. <i>japonica</i>					276	3										
<i>C.</i> cf. <i>tsuchii</i>		10	20	49	1											2
<i>Eunucula tenuis</i>																1
<i>Glaucomya chinensis</i>		1						7		1		3	4			
<i>Laternula limicola</i>								1	2			2		5	2	
<i>L.</i> (<i>Exolaternula</i>) <i>navicula</i>		2				116		4			20					4
<i>Nitidotellina nitidula</i>			4	1				1	3		1		2	1		3
<i>Lyonsia ventricosa</i>											2					
<i>Macoma incongrua</i>																2
Mactridae indet. A.		1	1	93	30		1	22	1	67			30			25
Mactridae indet. B.							1	1		25						
<i>Megacardita ferruginosa</i>											1					
<i>Mitrella bicometa</i>					4						1					
<i>Moerella</i> sp.			3													
<i>M. jodoensis</i>		2	4			2								2	2	
<i>Musculina</i> sp.									1							5
<i>Musculista senhousia</i>		2				10		30	149	6,536		1	8	1	348	2,603
<i>Myachopsis</i> sp.											3			2	5	

Appendix 1. Continued.

Species	Transect	I					II					III				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Mya (Arenomya) arenaria oonogai</i>							10									4
<i>M. sp.</i>			1						1					2		
<i>Nucula paulula</i>																4
<i>Ostrea denselomellosa</i>									1							
<i>Ruditapes philippinarum</i>				11	379		2	103	3	46			16		22	
<i>Theora lata</i>			1					4	9	8						2
Crustacea																
<i>Actaea rueppelli orientalis</i>																1
<i>A. sp.</i>			1													
<i>Alpheus bisincisus</i>																1
<i>Balanus albicostatum</i>			2					10								
<i>B. amphitrite</i>								1				1	1	1		
<i>Cleistoma dilatatum</i>									4				1	6		
<i>Crangon hakodatei</i>													3	1		
<i>Dardanus impressus</i>				1												
<i>Diogenes edwardsii</i>				1	3											
<i>Hemigropsus penicillatus</i>										2			3			
<i>Ilyoplax pingi</i>		14	11	5					3	22			3	3		
<i>I. pusillus</i>																35
Leucosiidae indet.								2								
<i>Macrophthalmus japonicus</i>			3					8	2			21	14	2		
Mysidae indet.				4									3			1
Ocyropodiae indet.									3				1			
<i>Palaemon gravieri</i>														1		
<i>Philyra pisum</i>													1			
<i>P. cf. yamataseusis</i>										4						
<i>Scopimera globosa longidaactyla</i>		1														
Others animal groups																
Actiniaria indet.				2									1			
Nematoda indet.		326	5	59	6		12	12	3	6	54	26	12	42	2	3
Nemertean indet.		1	2	2	3	6		1	6	4	2	10		2		2
<i>Stylochus izimai</i>			1	2												2
Turbellaria indet.			2											2		
Arachnida indet.													4			
Echiura indet.									1							
<i>Golfingia sp.</i>			1													
Insect indet. A.		1	1					6	2					1	1	
Insect indet. B							15	1		15	2	1	1	2		
Insect indet. C		36		1			1	2								
Insect indet. D			2					1	1	2			4			
<i>Lepodoplevrus sp.</i>											2					
<i>Lingula unguis</i>									13				1	5	4	
Sipuncula indet.			7	6	1		2	5	13	11	10		1	8	5	3
Others											1					
Total No. of Species		13	31	35	47	44	14	32	62	78	104	20	32	53	46	67
Total No. of Individual		498	99	342	1,386	1,670	354	705	705	1,090	8,580	114	177	309	554	3,350

Appendix 2. Numerical abundance of macrozoobenthos in the subtidal zone of Garolim Bay (Feb., 1980 - June, 1981)

Species	Station	Subtidal Station					
		A	B	C	D	E	F
Polychaeta							
<i>Aglaophamus</i> sp.		45	8	16	24	4	1
<i>Ampharete arctica</i>		10	1	14	26	1	8
A. sp.				17	12	2	1
Ampharetidae indet.				6	1		
<i>Amphiteis</i> cf. <i>angustifolia</i>					5	1	
A. sp.		6		2	2		
<i>A. gunneri</i>		5		3			
<i>Amphisamytha japonica</i>		8		2			
<i>Anaitides maculata</i>		4	20	10	9	8	6
<i>Aonides</i> sp.			2	10	2		
<i>Aphrodita australis</i>				2			
<i>A. watasei</i>					4		
<i>Arabella iricolor</i>					2		
A. sp.		12		2			
<i>Armandia lanceolata</i>			2			2	106
<i>Aricidea elongata</i>			1	3			1
A. sp.			1	1			1
<i>Autolytus</i> sp.			3		17	1	3
<i>Brada</i> cf. <i>villosa</i>		6	1	9			
B. sp. I.				2	5		
B. sp. II.				3			
<i>Capitella</i> sp.		1			1		
Capitellidae inoet.				2	35		3
<i>chone</i> sp.		23	4	9	63	3	
<i>Cirratulus cirratus</i>		1	2	2	1		
Cirratulidae indet.		2	1		2		
<i>Cirrifomia tentaculata</i>					5		1
<i>Diopatra bilobata</i>		2		11	15	16	18
D. sp.					16		
<i>Dovillea</i> sp.		12			1		
<i>Drilonereis</i> cf. <i>robustus</i>		2	1	1	1		4
<i>Eteone</i> sp.		2	2	9	5		1
<i>Euclymene</i> sp. I.		12	9	9	51	23	19
E. sp. II.				2			1
<i>Eulalia</i> sp.				7	3		
<i>Eumida sanguinea</i>				1		1	1
<i>Eunde yedoensis</i>				10			
E. sp.						1	
<i>Eunice</i> sp.				2			
<i>Eusyllis</i> sp.		2			1		
<i>Exogone uniformis</i>				2			

Appendix 2. Continued.

Species	Station	A	B	C	D	E	F
<i>E. verugera</i>					4		
Flabelligeridae indet.				1			
<i>Genetyllis castanea</i>		2	8	4	3		
<i>Glycera chirori</i>		1			5	1	
<i>G. decipiens</i>		41	12	14	63	26	11
<i>G. sp. I.</i>			1	4	13	7	8
<i>G. sp. II.</i>					2		
<i>Glycinde nipponica</i>		16	19	6	7	4	
<i>Goniada emerita</i>		1					
<i>Haploscoloplos elongatus</i>		11	53	2	10	11	2
<i>Harmothoe cf. forcipata</i>			17	37	30		17
<i>H. imbricata</i>			2	30	22	8	
<i>H. sp. I.</i>			1	44	48	3	5
<i>H. sp. II.</i>				2	9		
<i>Hydroides sp.</i>				5	1		3
<i>Idanthyrus sp.</i>					1		
<i>Iphione sp.</i>					6		
<i>Isolda sp.</i>					8		
<i>Lagis booki</i>		2	3	4	36	3	
<i>Lanice sp.</i>					2		
<i>Lanassa sp.</i>					9		
<i>Laonome sp.</i>				1	3		1
<i>Lepidonotus sp.</i>			3	3	8		
<i>Loimia sp.</i>		2		4	3		
<i>Lumbrineris heteropoda</i>		3	12	4	6	1	1
<i>L. japonica</i>			3	1	1		1
<i>L. longifolia</i>		145	34	44	182	85	44
<i>L. nipponica</i>				7			16
<i>L. sp.</i>				2		2	
<i>Lygdamis giardi</i>				3	1		
<i>Lysilla sp.</i>		4	6				
<i>Macellicephala sp.</i>					1		
<i>Magelona japonica</i>					1		1
<i>Maldanella sp.</i>				3		1	3
<i>Marphysa sanguinea</i>				1	3		
<i>Melinna sp.</i>		6			2		
<i>Mysta cf. ornata</i>		2	2		19		
<i>M. sp.</i>				3	3	2	1
<i>Neanthes succinea</i>		1			20		1
<i>Nectoneanthes oxypoda</i>					1		
<i>Nephtys polybranchia</i>		6	92	54	109	28	14
<i>N. sp.</i>				1	1		2
<i>Nereis longior</i>		2					
<i>N. sp.</i>		2	2	33	41		13
Nereidae indet.				2	2		2

Appendix 2. Continued.

Species	Station					
	A	B	C	D	E	F
<i>Nicolea</i> sp.	2					
<i>Nicomache</i> sp.	8	1	18	74		2
<i>Nipponophyllum japonicum</i>		3				1
<i>Notomastus latericeus</i>	24	9	7	67	24	5
<i>N.</i> sp.		3	9	5	2	
<i>Odontosyllis</i> sp.			10	38	2	
<i>Ophioglycera distorta</i>			1			3
<i>Opisthosyllis</i> sp.			10	1		
<i>Orbiniella</i> sp.	2	2				
<i>Palmyra</i> sp.		1				
<i>Palola siciliensis</i>			1			
<i>Paralacydomia paradoxa</i>	20	9	3	11		3
<i>Paraonis gracilis minuta</i>				18		2
<i>Paraprionospio pinnata</i>	1		2			
<i>Phalacrostemma</i> sp.				3		
<i>Pherusa</i> sp.			2	3	2	
<i>P. plumosa</i>				4		
<i>Phylo felix asiaticus</i>		3	17	49	38	1
<i>Phyllodoce</i> sp. I.			2	4		1
<i>P.</i> sp. II.			1	4		
Phyllodocidae indet.	1		1			
<i>Pista</i> sp. I.	3	6	136	197	28	3
<i>P.</i> sp. II.				4	1	
<i>P. cf. fasciata</i>	20					
<i>Pisione</i> sp.				1	2	
<i>Platynereis bicanaliculata</i>			2		1	
<i>Polycirrus</i> sp.			2		15	
Polynoidae indet.	1	1	3			
<i>Pomatoleios kraussi</i>			8			1
<i>Prionospio ehlersi</i>		3		3		3
<i>P. cirrifera</i>			1	101	3	1
<i>P.</i> sp.			4			1
<i>Pseudopolydora</i> sp.						1
<i>Sabellaria cf. ichikawai</i>		3				1
<i>S.</i> sp.		2	2	2		2
<i>Sabellides</i> sp.				1		
Sabellidae indet.				3		
Scalibregmidae indet.		1	2			
Serpulidae indet.						1
<i>Spirobranchus cf. tetraceros</i>	2	1	5			1
<i>Spinosphaera</i> sp.				4		
Spinonidae indet.				1		
<i>Sternaspis scutata</i>	42	7	49	17	83	12
<i>Sthenelais fusca</i>	1		1	3		
<i>S.</i> sp.				6		

Appendix 2. Continued.

Species	Station	A	B	C	D	E	F
<i>Sthenolepis japonica</i>					10		
<i>Streblosoma</i> sp.		1		3	3	6	
<i>Streblospio</i> sp.		47	11	7	30		2
Syllidae indet.			1	3		1	3
<i>Syllis</i> cf. <i>gracilis</i>			6	6	3		
<i>S.</i> sp.			2		2		
<i>Tambalagamia</i> <i>fauveli</i>		1					
Terebellide indet.		1	1	2	2	1	
<i>Terebellides</i> sp.		4			31		
<i>T. stroemi</i>			2	2	7	1	
<i>Thelepus</i> sp.		16	26	47	146	4	6
<i>Tharyx</i> sp.			1	2	27	10	1
<i>Trypanosyllis taeniaformis</i>				2	3	1	
Polychaeta indet.		4	4	2	2		
Sipuncula							
Sipuncula indet.		12	14	26	40	2	8
Polyplacophora							
Chitonidae indet. I.				12	3	6	
Chitonidae indet. II.						12	
<i>Lepidopleurus</i> sp.		1	6	8	14		16
<i>Lepidozoma</i> cf. <i>albrechti</i>			3	6	3		
<i>L.</i> sp.			8	6	6	6	
<i>Mopallia</i> sp.			1	2	3		2
Gastropoda							
<i>Balsis</i> sp.				4			
<i>Bacteridium vittatum</i>				2			
<i>Batillaria cumingii</i>				2			
<i>Bullaeta exarata</i>			1		13		
<i>Calypifraea sakaguchii</i>							2
<i>Cantharus cecillei</i>			1	3	9		
<i>Ceratostomaournieri</i>							2
<i>Dipiommeriza evoluta</i>							1
<i>Hinia</i> cf. <i>festiva</i>					1	4	32
<i>Hamalopoma amussitatum</i>				12	10		
<i>Indomitrella</i> cf. <i>lischkei</i>					8		
<i>Mitrella</i> cf. <i>bicincta</i>				3	6		
Maticidae indet.					1		
<i>Odostomia desimana</i> (?)		1					
<i>Olivella</i> cf. <i>falgurata</i>				1	1	11	
Opisthobranchia indet.							2
<i>Ringicula doliaris</i>				1			
<i>Rhizorus tokyunagai</i>			1				
<i>Philine argentata</i>			1		6	9	2
Pyrendiae indet.						2	
<i>Stenothyra glabra</i>					11	1	

Appendix 2. Continued.

Species	Station	A	B	C	D	E	F
Trochidae indet.				2			
<i>Trunectella</i> cf. <i>pheiffer</i>		4			3		
<i>Turbiniscula replicata</i>				2			
<i>Tristichotrochus shimodense</i>		1		10	5		
<i>Viriola</i> cf. <i>elegans</i>		1					
Gastropoda indet. 4					1	22	
Gastropoda indet. 6.		4					
Gastropoda indet. 7.							2
Bivalvia							
<i>Agriodesma</i> sp.		14		9	15	26	
<i>Anomia chinensis</i>			2	2	1	2	8
<i>Antigona lamellaria</i>					2		
<i>Arca avellana</i>					21		
<i>Arcopsis symmetrica</i>		1	1				
<i>Carditella</i> cf. <i>hanzawai</i>				3	6	1	1
<i>Chlamys</i> cf. <i>farreri</i>				9	4		
<i>Corbula fortisulcata</i>		3		6	9	8	29
<i>Crassostea gigas</i>						6	
<i>Cryptopecten</i> cf. <i>vesiculosus</i>				2			1
<i>Ctenooides lishkei</i>			3	147	214	5	3
<i>Cultrensis</i> cf. <i>attenuatus</i>		2					
<i>Cycladicama</i> cf. <i>tsuchii</i>		1		9		3	
<i>Cycladicama cumingii</i>						2	
<i>C.</i> sp.		12					
<i>Didimacar tenebrica</i>						1	
Dosininae indet. I.		6					
Dosininae indet. II.		2					
<i>Dosinorbis bilimulata</i>		18	2				
<i>Glaucanonnea chinensis</i>				4			
<i>Hawaraca uwaensis</i>					1		
<i>Irus (Irus) mitis</i>			4	12	4	2	
<i>Laternal (Exolaternula) navicula</i>		1		2	16		
<i>Lyonsia ventricosa</i>				8	53	2	1
<i>Macoma tokyoensis</i>		2				1	1
<i>M. incongua</i>				2			
<i>Megacardita ferruginosa</i>				13	24	29	22
<i>Meretris lusoria</i>			22				5
<i>Mimochlamys gioriosus</i>					1		
<i>Mocrella jedoensis</i>			7		1		11
<i>Musculista senhousia</i>		5	2	5	831	3	2
<i>Musculus (Modiolarcea) cupreus</i>			2		3		
<i>Mytilus edulis</i>			1				
Venenidae indet.			2	5			

Appendix 2. Continued.

Species	Station	A	B	C	D	E	F
<i>Nipponarca</i> cf. <i>bistrigata</i>		1	3	5	10		1
<i>Nitidotellina minuta</i>		145	18	2			
<i>N. nitidula</i>		28	56				
<i>Nuculanacea</i> sp.		12	2				1
<i>Nucula paulula</i>			1	3			
Pectinidae indet.				2			
<i>Pleuromeris pygmaea</i>				2	8	12	4
<i>Raetellops pulchella</i>		74	14	12	10		
<i>Rhizorus tolsunagai</i>		2					
<i>Ruditapes philippinarum</i>			7	171	77	21	61
<i>Theora lata</i>		106		25	3	8	2
<i>Tracia</i> sp.					4		
Tracidae indet.				1			
Bivalvia indet. 2		20	2				
Bivalvia indet. 4		2					
Bivalvia indet. 7				1	2		
Bivalvia indet. 9		6	4				
Bivalvia indet.10		4			2		
Bivalvia indet.11		40	34				
Bivalvia indet.24		1					
Bivalvia indet.25				11			
Bivalvia Juv.				1			
Scaphopoda							
<i>Dischides belcheri</i>		20					
<i>Siphonodentalium japonicum</i>		2					
Crustacea							
<i>Arcania globata</i>					3		
<i>Alpheus</i> sp.				1	1		
Brachiopoda indet. I.			4				
<i>Charybids japonica</i>							2
<i>C.</i> sp.					1		
<i>Diogenes edwardsii</i>			1	15	22		13
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>					1		
<i>Heteropilumnus eiliatus</i>				2		1	
<i>Ilyoplax pingi</i>					1		
<i>I. pusilla</i>					1		
<i>Latreutes planirostris</i>				2	18		7
<i>Leptochela gracilis</i>			4	1			
<i>Megabalanus rosa</i>		4	8	47	142	2	1
Natantia indet. II			1				
<i>Neomysis orientalis</i>							1
<i>Nursia</i> sp.			1	7	12		3
<i>Paguristes</i> cf. <i>barbatus</i>				2	4		
<i>Paradorippe granulata</i>			5	13	16		6
<i>Parthenope ravidus</i>				2	1		

Appendix 2. Continued.

Species \ Station	A	B	C	D	E	F
<i>Philyra</i> cf. <i>yangmataoensis</i>					1	3
<i>Rhynchoplax setirostris</i>		2	2			2
<i>Pilumnus minutus</i>	2	5	3	7	1	1
<i>Pinnotheres</i> cf. <i>pholadis</i>			4			
<i>Pisidia serratifrons</i>	2		3	9	2	1
<i>Pugettia quaolridens</i>		1				
Scapiellidae indet.		2				
<i>Tritodynamia rathbuni</i>				1		1
Xanthidae indet.				1		
Echinodermata						
<i>Afrocucumis</i> sp.						1
<i>Amphipholis</i> sp. A	2	31	15	3		4
Cucumaridae indet. A.			4			
Cucumaridae indet. B.			2			
<i>Leptosynapta</i> sp.			4	7		
<i>Ophiactis</i> sp. A	16	1,471	29			5
<i>O. macrolepidota</i>	1		3			
<i>O.</i> sp. B.			3			
<i>Ophiotrix ciliaris</i>		19	13	1		
<i>Ophiura kinbergi</i>	11	10	12	3		3
<i>Psolus</i> sp.		9	1			
<i>Temnopleurus reevesi</i>		1				
<i>T. foreumaficus</i>			12	5		
<i>T. hardroichi</i>			1			
<i>Thorsonia</i> sp.			1			
<i>Thyone</i> sp. A.				2	10	
<i>T.</i> sp. B.			2	3		
<i>Tropiometra (afra)</i> sp.		1	7	6	5	
Other animal groups						
Actiniaria indet.			3	1	8	12
Nematoda indet.			3	4		
Turbellaria indet.	2	5	3	4	3	
Nemertinea indet.	1	4	6	3	3	2
Others				4		
Echiura						
Echiura indet.			2			
Brachiopoda						
<i>Coptothyris grayi</i>	4	151	63	153	9	
<i>Lingula unguis</i>	8					
Brachiopoda indet. I		2	2	2		
Brachiopoda indet. II.		3				
Total No. of Species	100	110	174	178	83	102
Total No. of Individual	1,210	2,403	1,734	3,793	722	668

Appendix 3. Total catch of fish species in Garolim Bay in 1980(kg).

Group	Species	Month												Total
		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	
Fishes	Goby	5,650	2,950	12,130	8,050	11,450	5,250	12,450	17,000	21,600	24,500	16,900	12,310	150,240
	Mullet	4,300	5,300	14,600	6,050	8,500	10,250	10,900		5,800	10,900	14,800	12,050	103,450
	Common sea bass		395	2,000	2,200	1,900		1,000		700	1,500	1,700		11,395
	Flounder		1,100	7,500	2,000	2,000	1,500						4,320	18,420
	Gunnels (larvae)*			2,329	23,292	84,907	146,726	259,190						516,444
	Hickory shad				9,400	3,600	2,700		1,200	300	1,200			18,400
	Skate ray				1,400	8,500	4,300						1,500	15,700
	Sea eel					2,750	2,000	15,600			2,700			23,050
	Rock fish					2,400	1,500	5,700	2,600	2,600	3,750	2,500		21,050
	Big eyed herring					1,500			3,000					4,500
	Rock trout					4,000	5,000	1,200						10,200
	Common sea bream							300						300
	Other sea breams				70			1,500	500					2,070
	Shark											750		750
	Puffer				11,700					700				12,400
	Anchovy					1,500								1,500
	Other sea fishes					24,900	42,750	25,000	25,000	37,000	119,000	56,500		330,150
	Subtotal	9,950	9,745	38,559	64,162	157,907	223,776	331,540	49,500	68,000	164,300	92,400	30,180	1,240,019
Crustaceans	Blue crab				3,000	6,000	5,800		750	1,500	1,000	2,700		20,750
	Shrimp (medium)				8,500		3,500					1,500		13,500
	Others	2,720	4,410	17,400	11,200	13,050	5,200	16,050	14,410	18,350	27,360	12,450	6,050	148,650
	Subtotal	2,720	4,410	17,400	22,700	19,050	14,500	16,050	15,600	19,850	28,360	16,650	6,050	182,900
Shell fishes	Short necked clam		3,000	1,500	5,000		14,000	19,700	6,000					49,200
	Oyster				2,500									2,500
	Subtotal	0	3,000	1,500	7,500	0	14,000	19,700	6,000					51,700
Other molluscks	Common octopus	2,450	500	7,000	16,080									26,030
	Other octopus					3,800	2,300		23,340	16,150	20,900	20,600	11,620	98,710
	Others					10,350	5,500	8,950	700					25,500
	Subtotal	2,450	500	7,000	16,080	14,150	7,800	8,950	24,040	16,150	20,900	20,600	11,620	150,240
Sea-weeds	Laver						4							4
	Green laver	9,400	6,800	6,600	27,600	7,800	1,000					3,500	9,000	71,700
	Sea mustard					25,150		700						25,850
	Subtotal	9,400	6,800	6,600	27,600	32,950	1,004	700				3,500	9,000	97,554
Maricul- tures	Short necked clam	88,500	53,700	112,000	132,200	118,700	168,500	130,000	152,500	156,000	201,000	457,900	294,000	2,065,000
	Oyster	127,000	63,800	148,320	93,700	55,100				12,200	55,700	686,000	600,500	1,842,320
	Laver	66,640	35,400		11,000							13,500	44,000	170,540
	Subtotal	282,140	152,900	260,320	236,900	173,800	168,500	130,000	152,500	168,200	256,700	1,157,400	938,500	4,077,860
Others	Polychaetes					5,400								5,400

* Data collected from fishermen by KORDI.