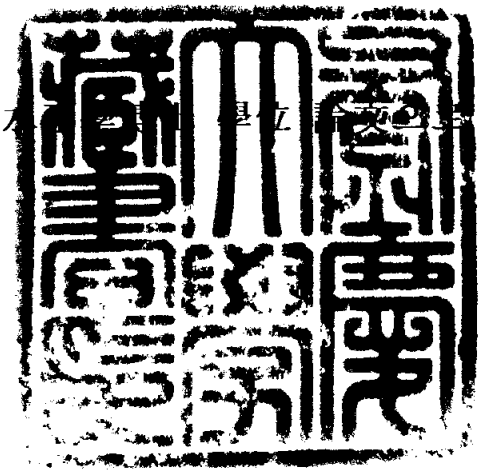
水産學博士 學位 論文

새우조망의 어로실태와 자원관리에 관한 연구

指導敎授 李 珠 熙



이 論文을 [illegible] 學位 論文으로 提出함

2003 年 8 月

釜 慶 大 學 校 大 學 院

水 産 物 理 學 科

吳 澤 潤

吳澤潤의 水産學博士 學位論文을 認准함

2003 年 6 月 日

主 審 水産學博士 李 章 旭

副 審 水産學博士 李 春 雨

委 員 水産學博士 鄭 義 哲

委 員 水産學博士 金 炯 碩

委 員 水産學博士 李 珠 熙

목 차

List of Figures iv

List of Tables ix

Abstract xii

Ⅰ. 서 론 1

Ⅱ. 새우조망어업의 실태와 어획물의 조성 4

2.1 서 론 4

2.2 재료 및 방법 5

1. 어구와 어법 5

2. 시험어구 및 어획시험 5

3. 어체 측정 5

4. 해양환경조사 6

2.3 결 과 10

1. 새우조망어업의 어구어법 10

2. 새우조망어업의 어획물 조성 19

2.4 고 찰 34

Ⅲ. 대롱수염새우, 꽃새우, 민새우의 성장과 성숙 38

3.1 서 론 38

3.2 재료 및 방법 40

1. 성숙과 산란 40

2. 연령과 성장 41

3. 사망계수와 어획개시 연령 42

3.3 결 과 45

1. 성숙과 산란 45

2. 연령과 사정 60

3. 사망계수와 어획개시 연령 78

3.4 고 찰 84

Ⅳ. 새우조망의 망목선택성 89

4.1 서 론 89

4.2 재료 및 방법 90

1. 시험어구 및 어획시험 90

3. 분석 방법 93

4.3 결 과 95

1. 덮그물과 끝자루의 어획물 조성 95

2. 대롱수염새우의 망목별 어획률과 체장계급 분포 97

3. 망목선택성곡선 및 선택성 요소 100

4. 표본망목선택성곡선 102

4.4 고 찰 103

1. 대롱수염새우의 적정망목 103

2. 꽃새우, 민새우의 적정망목 추정 104

V. 종합 고찰 107

VI. 요 약 113

감사의 글 116

참고문헌 117

Appendix 125

List Of Figures

Fig. 1. Experimental fishing stations of the research area in Geomundo Islands, Korea. 7

Fig. 2. Layout of the experimental beam trawl net. 8

Fig. 3. Developed drawing of the Shida shrimp net and a model picture (from National Fisheries Research & Development Institute, NFRDI, 2000). 12

Fig. 4. Developed drawing of the Southern rough shrimp net and a model picture(from NFRDI, 2000). 13

Fig. 5. Developed drawing of the Japanese sand shrimp net and a model picture(from NFRDI, 2000). 14

Fig. 6. Photographs of beam in the shrimp trawl gear. 17

Fig. 7. Percentage composition of all species caught by beam trawl in the research area. 19

Fig. 8. Monthly variation of biomass and number individuals of shrimp samples by beam trawl in the research area from Nov. 1998 to Oct. 1999. 23

Fig. 9. Carapace length distribution of shrimp samples by beam trawl in the research area from Nov. 1998 to Oct. 1999. 25

Fig. 10. Size distribution of fish samples by beam trawl in the research area from Nov. 1998 to Oct. 1999 30

Fig. 11. Photograph of main targeted shrimps by beam trawl fishing in Geomumdo Islands. 44

Fig. 12. Monthly changes in the GSI of female, *Solenocera melantho* during Nov. 1998~Dec. 1999. Closed circles indicate mean GSI, and vertical bars range between minimum values and maximum values of GSI. 46

Fig. 13. Percentage of female *Solenocera melantho* with ovaries at different stages of maturity for each month during Nov. 1998~Dec. 1999. 47

Fig. 14. Monthly variation of percentage frequency of inseminated female *Solenocera melantho* during Nov. 1998~Dec. 1999. 47

Fig. 15. Logistic function fitting to (a) the cumulative proportion of maturing and mature female *Solenocera melantho* and (b) the cumulative proportion of female inseminated. CL_{50}, which corresponds to each proportion of 0.5 (50% of females are mature), is indicated. Closed circles stand for measured values. 48

Fig. 16 Monthly changes in the GSI of female, *Trachysalambria curvirostris* during Nov. 1998~Dec. 1999. Closed circles indicate mean GSI, and vertical bars range between minimum values and maximum values of GSI. 51

Fig. 17. Percentage of female *Trachysalambria curvirostris* with ovaries at different stages of maturity for each month during Nov. 1998~Dec. 1999. 52

Fig. 18. Monthly variation of percentage frequency of inseminated female *Trachysalambria curvirostris* during Nov. 1998~Dec. 1999. 52

Fig. 19. Logistic functions fitting to (a) the cumulative proportion of maturing and mature female *Trachysalambria curvirostris* and (b) the cumulative proportion of females inseminated. CL_{50}, which corresponds to each proportion of 0.5 (50% of female and mature), is indicated. Closed circles stand for measured values. 53

Fig. 20. Monthly changes in the GSI of female, *Parapenaeopsis tenella* during Nov. 1998~Dec. 1999. Closed circles indicate mean GSI, and vertical bars range between minimum values and maximum values of GSI. 56

Fig. 21. Percentage of female *Parapenaeopsis tenella* with ovaries at different stages of maturity for each month during Nov. 1998~Dec. 1999. 57

Fig. 22. Monthly variation of percentage frequency of inseminated female *Parapenaeopsis tenella* during Nov. 1998~Dec. 1999. 57

Fig. 23. Logistic functions fitting to (a) the cumulative proportion of maturing and mature female *Parapenaeopsis tenella* and (b) the cumulative proportion of females inseminated. CL_{50}, which corresponds to each proportion of 0.5(50% of female and mature), is indicated. Closed circles stand for measured values. 58

Fig. 24. Monthly size-frequency histograms for *Solenocera melantho* sampled between Nov. 1998 and Dec. 1999. Males and female were grouped into 2 *mm* CL size classes. 61

Fig. 25. A seasonal growth curves of *Solenocera melantho* female and males based on modified VBGF parameters(from Table 13). 64

Fig. 26. Relationship between the carapace length and the body weight of female and male *Solenocera melantho*. 65

Fig. 27. Monthly size-frequency histograms for *Trachysalambria curvirostris* sampled between Nov. 1998 and Oct. 1999. Males and females were grouped into 2 *mm* CL size classes. 67

Fig. 28. A seasonal growth curves of *Trachysalambria curvirostris* females and males based on the modified VBGF parameters(from Table 15). 70

Fig. 29. Relationship between the carapace length and the body weight of female and male *Trachysalambria curvirostris*. 71

Fig. 30. Monthly size-frequency histograms for *Parapenaeopsis tenella* sampled monthly between Nov. 1998 and Oct. 1999. Males and females were grouped into 1*mm* CL size classes. 73

Fig. 31. A seasonal growth curves for *Parapenaeopsis tenella* females and ales based on the modified VBGF parameters (from Table 17). 76

Fig. 32. Relationship between the carapace length and the body weight of female and male *Parapenaeopsis tenella.* 77

Fig. 33. Selection ogive and estimates of age at first capture of *Solenocera melantho* from carapace length converted catch curve analysis using the Pauly method (1984). 79

Fig. 34. Selection ogive and estimates of age at first capture of *Trachysalambria curvirostris* from carapace length converted catch curve analysis using the Pauly method (1984). 81

Fig. 35. Selection ogive and estimates of age at first capture of *Parapenaeopsis tellela* from carapace length converted catch curve analysis using the Pauly method (1984). 83

Fig. 36. Layout of the cod-end in the experimental fishing for shrimps. 91

Fig. 37. The locations of the experimental fishing for mesh selectivity study of beam trawl. 92

Fig. 38. Species composition (individual and weight) caught by experimental fishing for shrimps in the research area, Oct. 2002. 96

Fig. 39 A relation between mesh size and the ratio of cod-end catch to total catch during experimental fishing in the research area, Oct. 2002. 98

Fig. 40. The length composition of *Solenocera melantho* caught for the cod-ends and the cover net sampled during experimental fishing in the research area, Oct. 2002. 99

Fig. 41. Mesh selection curves of cod-ends with a (28*mm*), b (38 *mm*), c (51*mm*) and d (61*mm*) mesh size for *Solenocera melantho*. 101

Fig. 42. Master curve of mesh selectivity of beam trawl for *Solenocera melantho*. 102

Fig. 43 Relationship between carapace height and carapace width of shrimps. 104

Fig. 44. Estimation of master curve for mesh selectivity by *Trachysalambria curvirostris* and *Parapenaeopsis tenella*. 105

List Of Tables

Table 1. Details of beam trawl experimental fishing in Geomundo Islands, the southern coast of Korea 9

Table 2. Annual catch(mt) of beam trawls, 1993~2001 16

Table 3. Aspects of classification for shrimp samples by beam trawl in the research area from Nov. 1998 to Oct. 1999 20

Table 4. Aspects of classification for shrimp samples caught by beam trawl in the research area from Nov. 1998 to Oct. 1999 21

Table 5. Species composition for shrimp samples caught by beam trawl in the research area 24

Table 6. The list of by-catch by beam trawl in the research area from Nov. 1998 to Oct. 1999 32

Table 7. Estimation of by-catch and discard by beam trawl in the research area from Nov. 1998 to Oct. 1999 33

Table 8. Rough estimates of by-catch and discards in penaeid shrimp fisheries 37

Table 9. Absolute fecundity and relative fecundity by carapace length of *Solenocera melantho* 49

Table 10. Absolute fecundity and relative fecundity by carapace length of *Trachysalambria curvirostris* 54

Table 11. Absolute fecundity and relative fecundity by carapace length of *Parapenaeopsis tenella* 59

Table 12. Length-at-age of *Solenocera melantho* in both sexes in Geomumdo Islands 62

Table 13. Growth parameters of females and males, *Solenocera melantho* estimated by nonlinear regression analysis: L_∞, asymptonic carapace length (mm); *K*, growth coefficient(yr^{-1}); *C*, amplitude of growth oscillation; ts, the age at the beginning of growth oscillation; WP: winter point; φ', growth performances index: t_0, the origin of growth curve 63

Table 14. Length-at-age of *Trachysalambria curvirostris* in both sexes in Geomumdo Islands 68

Table 15. Growth parameters of females and males *Trachysalam -bria curvirostris* estimated by nonlinear regression analysis. L_∞: asymptonic length (*mm*); *K*: growth coefficient (yr^{-1}); C: amplitude of growth oscillation; ts, the age at the beginning of growth oscillation; WP: winter point; φ' : growth performances index; t_0: the origin of growth curve 69

Table 16. Length-at-age of *Parapenaeopsis tenella* in both sexes in Geomumdo Islands 74

Table 17. Growth parameters of females and males *Parapenaeopisis tenella* estimated by nonlinear regression analysis: L_∞: asymptonic length (*mm*); *K*: growth coefficient (yr^{-1}); C: amplitude of growth oscillation; ts, the age at the beginning of growth oscillation; WP: winter point; φ' : growth performances index; t_0: the origin of growth curve 75

Table 18. Estimates of instantaneous coefficient of total mortality (Z), survival rates (S), natural mortality (M), fishing mortality (F) and age at first capture (t_c) of *Solenocera melantho* in Geomumdo Islands, the Southern Sea of Korea 78

Table 19. Estimates of instantaneous coefficient of total mortality (Z), survival rates (S), natural mortality (M), fishing mortality (F) and age at first capture (t_c) of *Trachysalambria curvirostris* in Geomumdo Islands, the Southern Sea of Korea 80

Table 20. Estimates of instantaneous coefficient of total mortality (Z), survival rates (S), natural mortality (M), fishing mortality (F) and age at first capture (t_c) of *Parapenaeopsis tellela* in Geomumdo Islands, the Southern Sea of Korea 82

Table 21. The selection parameters estimated from the logistic equation of mesh selection curves by mesh sizes for *Solenocera melantho* 101

Table 22. The parameters of master curve in the mesh selectivity 102

Table 23. The parameters of master curve in the mesh selectivity 105

A Study on Fisheries Management of Beam trawl for Shrimps

Taeg Yun OH

Department of Fisheries Physics, Graduate School,
Pukyong National University

Abstract

This study was conducted to characterize shrimp beam trawl fishery and biological parameters as well as mesh selectivity for main target species sampled from fishing experiment in the coastal waters around Geomundo, South sea of Korea, from November 1998 to October 1999.

The total catches amounted to 2,162.1kg (728,138 individuals) and consisted of 175 species, 135 genera, 80 families, and 23 orders. Fish were composed of 123 species, 97 genera, 58 families, and 17 orders, accounting for 9.8% (in weight) and 1.8% (individuals), respectively. For shrimps, 85.4% (in weight) and 96.7% (individuals) with 36 species, 27 genera, and 11 families; for crabs, 3.3% (in weight) and 1.2% (individuals) with 8 species, 7 genera, and 5 families; for cephlaopoda, 0.6% (in weight) and 0.1% (individuals) with 7 species, 6 genera, 5 families, and 3 orders; and for stomatopoda, 0.9% (in weight) and 0.2% (individuals) with a species.

The major species that occurred in each area were *Palaemon gravieri* and *Parapenaeopsis tenellus* in the north and east of Chodo and *Plesionika izumiae* and *Solenocera melantho* in the east of Geomundo. While *P. gravieri*

and *P. tenellus* were caught at a depth of 20-40 m near Chodo-Sonjukdo *S. melantho* and *P. izumiae* at 50-80 m near Geomundo.

Most of fish sampled were less than minimum length for sexual maturity, raning from 0.7 to 560 g with an average weight of 16 g. The dominant species were *Argyrosomus argentatus* followed by *Cynoglossus robustus, Pampus argenteus, Pampus echinogaster, Sphyraena pinguis* and the commercially valuable species were *P. gravieri* and *S. melantho,* amounted to 54% of the total catch. The other species were by-caught and discarded at sea.

The spawning season of *S. melantho* was estimated between August and November and the size at 50% maturity for females to be 20.3 mm in carapace length (CL). The life span of this species was estimated to be 25-26 months and the maximum CL was 48 mm for females and 34 mm for males. Growth parameters, K and L_{∞}, estimated by the modified von Bertalanffy growth function (VGBF) incorporating seasonal variation in growth were 1.02 yr^{-1} and 43.78 *mm* for females and 1.85 yr^{-1}, and 27.50 mm for male, respectively. It indicated that there were differences in growth performance index (φ') between females (3.29) and males (3.15). The instantaneous total mortality coefficient was estimated at 1.87/yr and 2.93/yr, and natural mortality at 1.22/yr and 2.06/yr with fishing mortality at 0.65/yr and 0.87/yr for females and males, respectively. Age at first capture (t_c) was 0.67 for female and 0.73 year for male.

The spawning season of *Trachysalambria curvirostris* was estimated between June and August and the size at 50% maturity for females to be 18.9 mm CL. The life span of this species was estimated at 15 and 16

months and the maximum CL was 34 mm for females and 28 mm for males. Growth parameters, K and L_∞ estimated by the VBGF incorporating seasonal variation in growth were 1.40 yr^{-1} and 29.54 mm for females and 2.00 yr^{-1}, and 18.95 mm for males, respectively. It indicated that there were differences in igrowth performance index (φ') between females (3.08) and males (2.86). The instantaneous total mortality coefficient was estimated at 2.86/yr and 2.75/yr, and natural mortality at 1.67/yr and 2.40/yr with fishing mortality at 1.19/yr and 0.35/yr for females and males, respectively. Age at first capture (t_c) was 0.47 for female and 0.41 year for male.

The spawning season of *P. tenella* was estimated between July and September and the size at 50% maturity for females to be 12.1 mm CL. The life span of this species was estimated at 15 and 16 months. The maximum CL was 21 mm for females and 16 mm for males. Growth parameters, K and L_∞ estimated by the VBGF incorporating seasonal variation in growth were 1.22 yr^{-1} and 22.0 mm for females and 2.00 yr^{-1}, and 12.66 mm for male, respectively. It indicated that there was differences in growth performance index (φ') between females (2.77) and males (2.51). The instantaneous total mortality coefficient was estimated at 2.55/yr and 4.88/yr, and natural mortality was at 1.66/yr and 2.68/yr with fishing mortality at 0.89/yr and 2.20/yr for females and males, respectively. Age at first capture (t_c) was 0.35 for female and 0.46 year for male.

The current exploitation rates of these three species were calculated at 34.8%, 41.6% and 34.9% for the *S. melantho*, *T. curvirostris* and *P. tenella*, respectively.

Selection parameters 'α' and 'β' of the master curve for *S. melantho* were

8.84 and -5.89, and The selection factor of the master curve $(L/M)_{50}$ was 0.67. The optimum mesh size of minimum length for sexual maturity for *S. melantho* was 30.7 mm. Estimated $(L/M)_{50}$ for *T. curvirostris* and *P. tenella* by using the master curve of *S. melantho* was 0.73 and the optimum mesh sizes were 25.5 mm for *T. curvirostris* and 16.9 mm for *P. tenella,* respectively.

Ⅰ. 서 론

새우조망은 자루그물 입구에 가로로 막대(beam)를 부착하여 자루그물 입구를 좌우로 벌리고 예망하여 해저 또는 바닥에 묻혀 서식하는 갑각류와 패류를 어획하는 어구이다. 1970년대 중반까지는 비교적 수심이 얕은 연안에서 무동력선과 범선으로 조업하였고, 1970년대 후반기부터 동력선이 사용되면서 현재와 같은 새우조망의 형태를 갖추었다.

그러나 이 어업은 연안어장에서 주로 조업하고 있을 뿐만 아니라 자루그물의 망목이 대단히 작아서 각종 수산자원의 치자어를 남획할 우려가 있어 어업인과 행정당국의 비상한 관심을 받고 있다. 또한 소형기선저인망어업의 불법조업 단속이 강화될 때마다 소형기선저인망의 업주들은 가입자원에 미치는 영향을 주장하면서 새우조망도 함께 단속할 것을 요구하는 사례조차 발생하고 있다. 그럼에도 불구하고, 새우조망의 어로실태에 대해서는 그다지 알려지지 않고 있으며, 어로과정에서 발생될 것으로 예상되는 치자어의 남획이나 비목적어(부수어획종)의 어획실태가 규명되어 있지 않다.

우리나라 연안에 서식하고 있는 새우류와 새우를 포획하는 어구 및 어법에 대한 조사·연구는 남해안의 이동성 구획어업에 대한 새우자원조사 보고서(장 등, 2002; 김 등, 2002; 장 등, 2001; 장 등, 2000)와 金(1994)의 빔 트롤 개량에 관한 연구 등이 있을 뿐으로서 아직 이 분야에 대한 연구가 대단히 미진하다. 그러나 유엔농업식량기구(UN Agriculture and Food Organization, FAO)에서는 각종 어업에서 혼획되는 부수적 어획과 투기에 관한 평가(Alverson *et al.*, 1994)와 열대해역 새우어업 기술 보고서(Vendeville P., 1990)에서 새우를 포획하는 어구 형태와 그들의 망목선택성을 보고하고 있으며, 일본에서는 Miyao

and Yamaguchi(1989)가 저인망에 어획된 북쪽분홍새우에 관하여, Tokai (1993)가 새우조망에 어획된 꽃새우, 산모양깔깔새우, 민새우에 관하여, 그리고 Nishikawa(1994)가 소형트롤에서 어획된 꽃새우에 대한 어획선택성을 연구 발표한 바가 있다. 또한, 자원관리형 어업이 발달된 유럽에서는 Sobrino 등 (2000), Polet(2000), Ragonese 등(2002), Campos 등(2002)의 새우의 어획선택성에 관한 보고가 있으며, 새우류 자원관리와 타 어종에 미치는 영향을 최소화하기 위해서 TED(trawl efficiency device)를 도입한 Richard 등(1995), Polet(2002), Graham(2003) 등의 연구가 있다.

그러나, 우리나라에서는 연안해역에서 새우류를 대상으로 하는 새우조망어업의 어로실태와 대상자원에 대한 과학적 정보가 대단히 적으며 현재까지 이 어업에 대한 조사 연구도 이루어지지 않고 있는 실정이다. 본 연구에서는 우리나라 남해안 거문도 해역에 분포하고 있는 새우자원을 주 대상으로 조업하고 있는 새우조망의 어획시험을 실시하여, 이 어업의 어획물 조성과 비목적어(부수 어획종)의 혼획상태 그리고 주 어획 대상 종인 새우류에 대한 생태학적 특성치을 추정하였으며, 최종적으로 새우류의 최소성숙갑각장과 같은 생태학적 특성치을 고려한 조업현장에서의 어업관리 방안을 제시하고자 망목선택성 시험을 실시하고 그 결과를 분석하였다.

본 논문의 개요는 다음과 같다.

제Ⅰ장은 이동성 구획어업인 새우조망의 연구 배경과 새우조망에 관련된 연구사례 및 연구 목적을 나타내었다.

제Ⅱ장에서는 우리나라의 연안에서 조업하고 있는 새우조망의 어구어법 및 어로 실태, 남해안 거문도 주변해역 이동성 구획어업인 새우조망의 어획물에 대한 실태조사로서 종조성과 어체조사를 실시하였다. 그리고 그 결과로서 새

우류의 분포, 부수 어획물의 혼획(by catch)과 해상 투기(discards)에 대한 실태를 분석하였다.

제Ⅲ장은 주 어획 종인 대롱수염새우, 꽃새우, 민새우에 대한 산란시기, 최소성숙갑각장, 성장계수 및 자원 특성치를 분석하였으며, 특히 이들 종에 대한 최소성숙갑각장을 파악하여 새우조망에 알맞은 적정망목 추정에 활용하고자 하였다.

제Ⅳ장은 거문도 주변해역 새우조망의 주 어획 종인 대롱수염새우에 대한 망목선택성 시험을 실시하여, 대롱수염새우의 표본망목선택성곡선에서 최소성숙갑각장을 고려한 적정망목을 추정하고, 대롱수염새우의 표본망목선택성곡선에서 꽃새우와 민새우 각각의 동주장으로 표본망목선택성곡선을 추정하였다.

제Ⅴ장은 종합적인 고찰을 기술하였다.

제Ⅵ장은 본 연구 결과를 요약 정리하였다.

Ⅱ. 새우조망어업의 실태와 어획물의 조성

2.1 서 론

새우조망은 주로 연안에서 조업이 이루어지고 있으며, 조업해역이나 어획대상 종에 따라서 어획물의 종조성에 약간의 차이는 있을 수 있으나, 일반적으로 어포부의 망목이 작은 인망 어구이기 때문에, 부수 어획물의 혼획으로 인한 수산자원 훼손될 우려가 있다.

따라서, 본 연구에서는 새우조망어업의 어구어법 실태를 조사하고, 거문도 해역을 구획으로 하는 이동성 구획어업의 새우조망어업을 대상으로 어획시험을 실시하여 어획물의 조성과 체장조사를 실시하였으며, 부수적으로 치자어와 기타 수산자원의 해상 투기실태를 조사하여, 투기량 감소를 통한 수산자원의 합리적 이용 방안 수립에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

2.2 재료 및 방법

1. 어구와 어법

새우조망어업에 사용되는 어구어법에 관한 조사는 현장에서의 실측조사와 함께 문헌을 통한 조사를 함께 실시하였다. 특히 어구는 지역과 어민에 따라 달리 사용되고 있으나, 어구의 기본 구성을 설계도로 나타내고 있는 문헌을 중심으로 조사하였다. 그리고 어법에 관해서는 조업선 및 어획시험시 직접 승선하여 조사하고, 특히 망 입구에 사용하는 막대의 종류에 따른 어법의 차이를 조사하였다. 조업현황에 대해서는 조업인을 대상으로 한 청취조사와 해양수산통계연보, 수산업법 및 수산자원 보호령(농림부, 수산청, 해양수산부) 등을 참고하였다.

2. 시험어구 및 어획시험

어획시험은 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 거문도 주변 3개 수역의 15개 어획지점에서 1998년 11월부터 1999년 10월까지 12개월간 매월 1차례씩 총 180회를 실시하였으며, 시험어구는 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 날개 그물 끝 간격이 8*m*, 날개길이 15.60*m*, 몸통길이 18.20*m*, 망목크기 28*mm*, 끝자루 망목크기 16*mm*로 구성하였다. 어획시험은 각 어획정점에서 투망 완료 후 약 1.5노트로 30분간 예망(Table 1)하여, 어획물은 전량을 현장에서 중성 포르말린 10% 용액에 고정하여 실험실로 운반하였다.

3. 어체 측정

어획물 중 새우류에 대해서는 종류별 어획미수와 중량을 측정하고, 생물학적 조사를 위해 매월 종별로 암·수 각각 100개체에 대해서는 표준 체장인 갑

각장을 측정하였다. 어류에 대해서도 종류별 어획미수와 중량을 측정하고, 종별로 표준체장을 측정하였다. 종류별 혼획률은 전체 어획미수와 중량에 대한 각 종류별 어획미수와 중량의 비를 백분률로 나타내었다. 여기서 새우류의 종동정은 Kubo(1949) 및 Cha(2001)의 분류 Key를 사용하여 종류별로 구분하였으며, 어류는 정(1977), Masuda 등(1984), Nakabo(1993)에 따랐고, 목록은 Nakabo(1993), Nelson(1994) 및 한국동물분류학회(1997)에 따라 학명과 분류체계를 따랐다.

4. 해양환경조사

어획 시험을 실시하는 과정에서 해양환경조사도 함께 이루어졌으며, 1998년 11월부터 1999년 10월까지 Fig. 1의 A,B,C 3개 수역에서 매월 구역별로 T-S meter(Hydro-bios, type MC5)를 사용하여 저층의 수온과 염분을 각각 0.1℃, 0.01 psu 단위까지 측정하였다. 저질은 코아형 채니기를 이용하여 저층 퇴적물의 시료를 채취하여 입자크기 2*mm* 이상인 것은 자갈, 0.06~2*mm*인 것은 모래로 하고, 그 이하를 니질로 분류하였다.

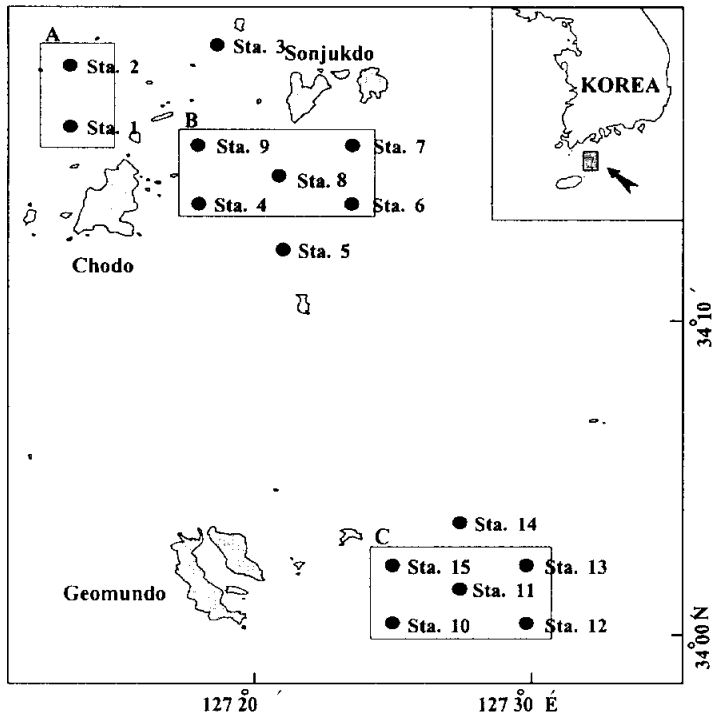


Fig. 1. Experimental fishing stations of the research area in Geomundo Islands, Korea.
A: Chodo area, B: Chodo~Sonjukdo area, C: Geomundo area.

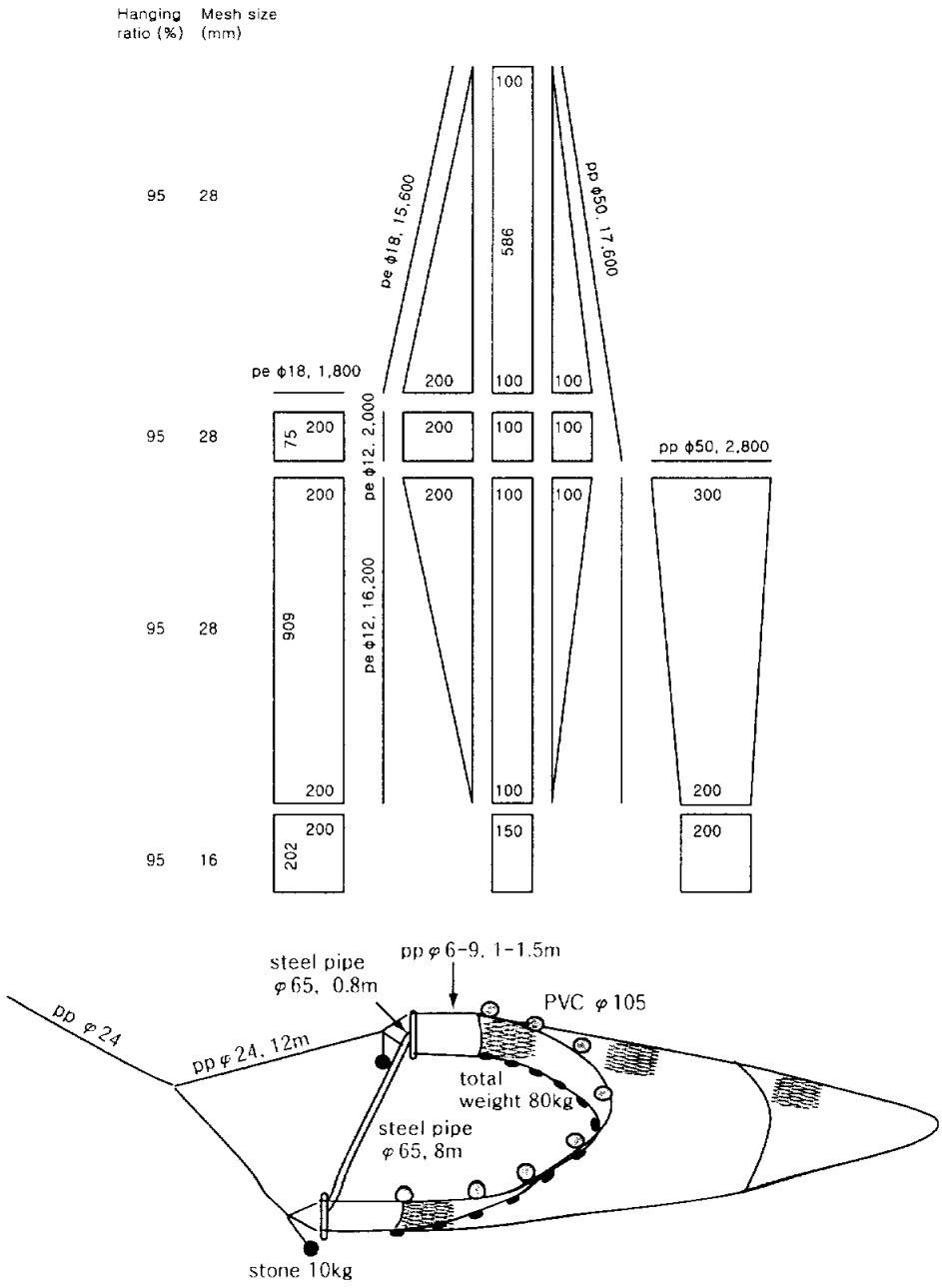


Fig. 2. Layout of the experimental beam trawl net.

Table 1. Details of beam trawl experimental fishing in Geomundo Islands, the southern coast of Korea

Month	Year	Fishing day	Number of hauls	Towing hour (hour)	Towing speed($k't$)
Nov.	1998	3	15	7.8	1.5
Dec.	1998	4	15	7.5	1.5
Jan.	1999	4	15	7.5	1.5
Feb.	1999	4	15	8.0	1.5
Mar.	1999	3	15	7.5	1.5
Apr.	1999	3	15	7.5	1.5
May	1999	3	15	8.0	1.5
Jun.	1999	3	15	7.3	1.5
July	1999	3	15	7.2	1.5
Aug.	1999	4	15	8.2	1.5
Sep.	1999	4	15	7.7	1.5
Oct.	1999	3	15	7.5	1.5

2.3 결 과

1. 새우조망어업의 어구어법

1) 새우조망의 종류

새우조망어업은 크게 2가지로 나누어지며 연안조망어업의 새우방과 이동성 구획어업에서의 새우조망을 통 틀어서 새우조망어업이라 한다. 이 두 업종은 어구 규모와 망목 크기에서 차이가 있으며, 연안조망의 새우방은 막대 길이가 12*m* 이하, 자루그물의 망목이 25*mm*보다 큰 것을 사용하도록 규정하고 있고, 이동성 구획어업의 새우조망은 막대 길이를 8*m* 이하, 자루그물의 망목을 15*mm*보다 큰 것을 사용하도록 규정하고 있다. 이들을 주 어획대상 종에 따라 중하조망, 자주새우조망, 꽃새우조망 등으로 구분할 수 있다. 중하조망은 남해안 연안(수심 7~20*m* 내외)에서 그물감은 PE 210 Td 6합사 망목 23.3*mm*를 주로 사용하며, 자루그물 속에는 중하가 되돌아 나오지 못하도록 안쪽에 깔때기를 설치한다. 발돌은 발줄에 체인과 시멘트를 부착하여 예망 시 바닥에 묻혀 서식하는 중하가 시멘트에 의해 자극을 받아 바닥 위로 뛰어 올라 자루그물 속으로 들어가도록 되어 있는데, 최근에는 시멘트를 사용하지 않는 추세이다(Fig. 3).

조피볼락, 돔, 볼락 등의 외줄낚시 미끼로 사용되는 자주새우를 주 어획 대상으로 하는 자주새우조망은 남·서해안의 수심 10*m* 내외에서 주로 조업이 이루어지고 있으며, 조업시기는 대개 4~9월(서해안)과 6~10월(남해안)이다. 그물감은 NY 210 Td 6~12합사 망목 12~32*mm*를 주로 사용하며, 발줄은 PA ϕ30*mm* 로프을 사용하고, 발돌은 발줄에 납줄을 감아서 사용한다(Fig. 4).

꽃새우조망은 충남과 전북 연안(수심 10~30*m* 내외)에서 4~11월에 조업한다. 그물감은 PE 260 Td 12~18합사 망목 20.2~43.3*mm*를 주로 사용하며, 중

하 빔트롤에 비해 날개그물이 길다(Fig. 5).

현재 남해안에서 사용하는 새우조망은 망목이 16~28*mm*이며, 이것은 서해 중부 해역에 사용하는 꽃새우조망을 축소한 것으로 꽃새우, 중하, 그라비새우, 대롱수염새우 등을 어획하고 있다. 남해안에서 새우 종에 따라 다양하게 사용하던 그물이 서해안 꽃새우조망의 축소형으로 바뀐 이유는 필요에 따라 쉽게 소형기선저인망으로 전환하여 조업할 수 있기 때문에 바뀐 것으로 알려져 있다. 남해안에서 일부 어업종사자들은 새우조망과 소형기선저인망을 겸용하여 주간에는 새우조망을 야간에는 소형기선저인망을 조업하고 있는 것으로 알려지고 있는데, 이것은 연안 어업질서 확립에 많은 문제점이 되고있다.

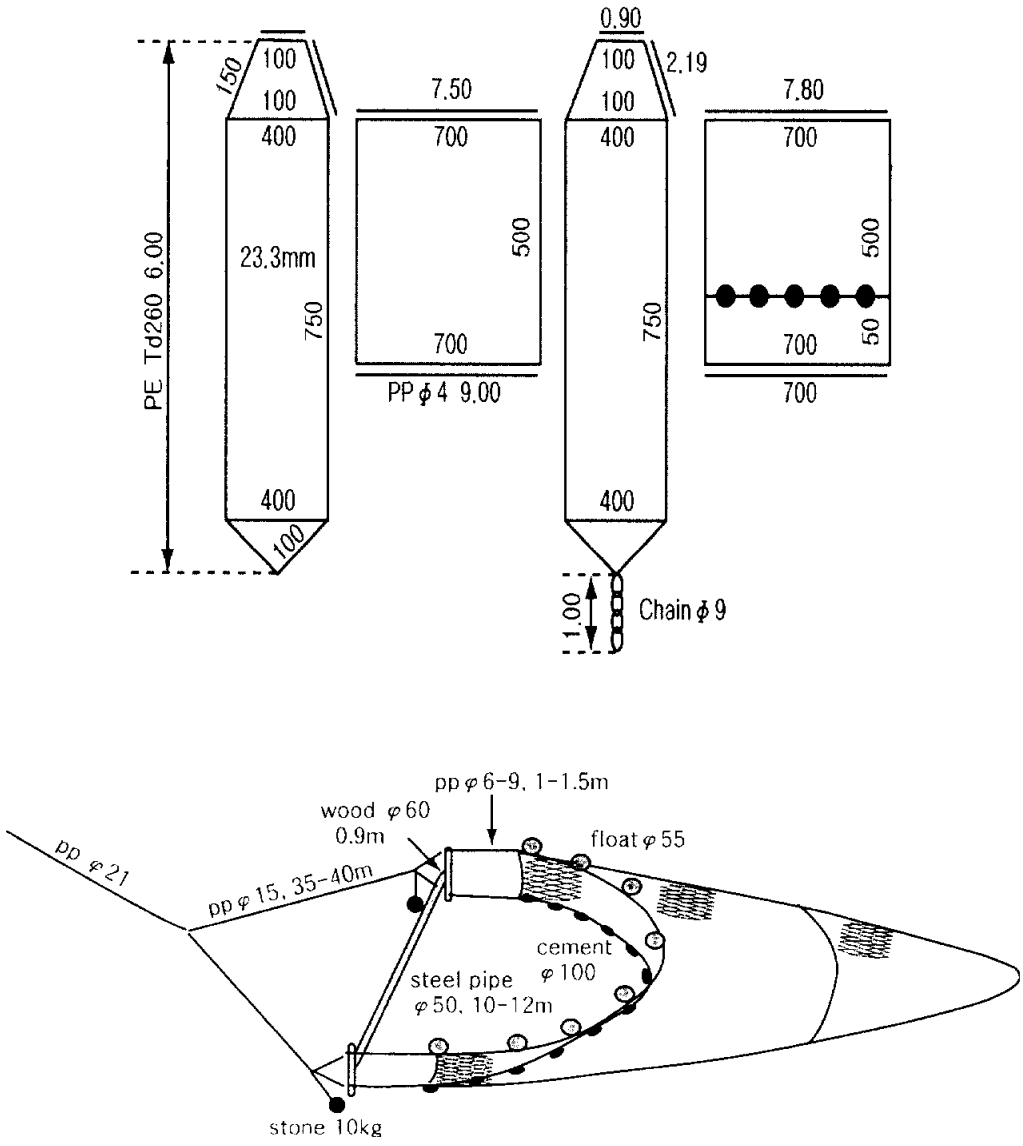


Fig. 3. Developed drawing of the Shida shrimp net and a model picture (from National Fisheries Research & Development Institute, NFRDI, 2000).

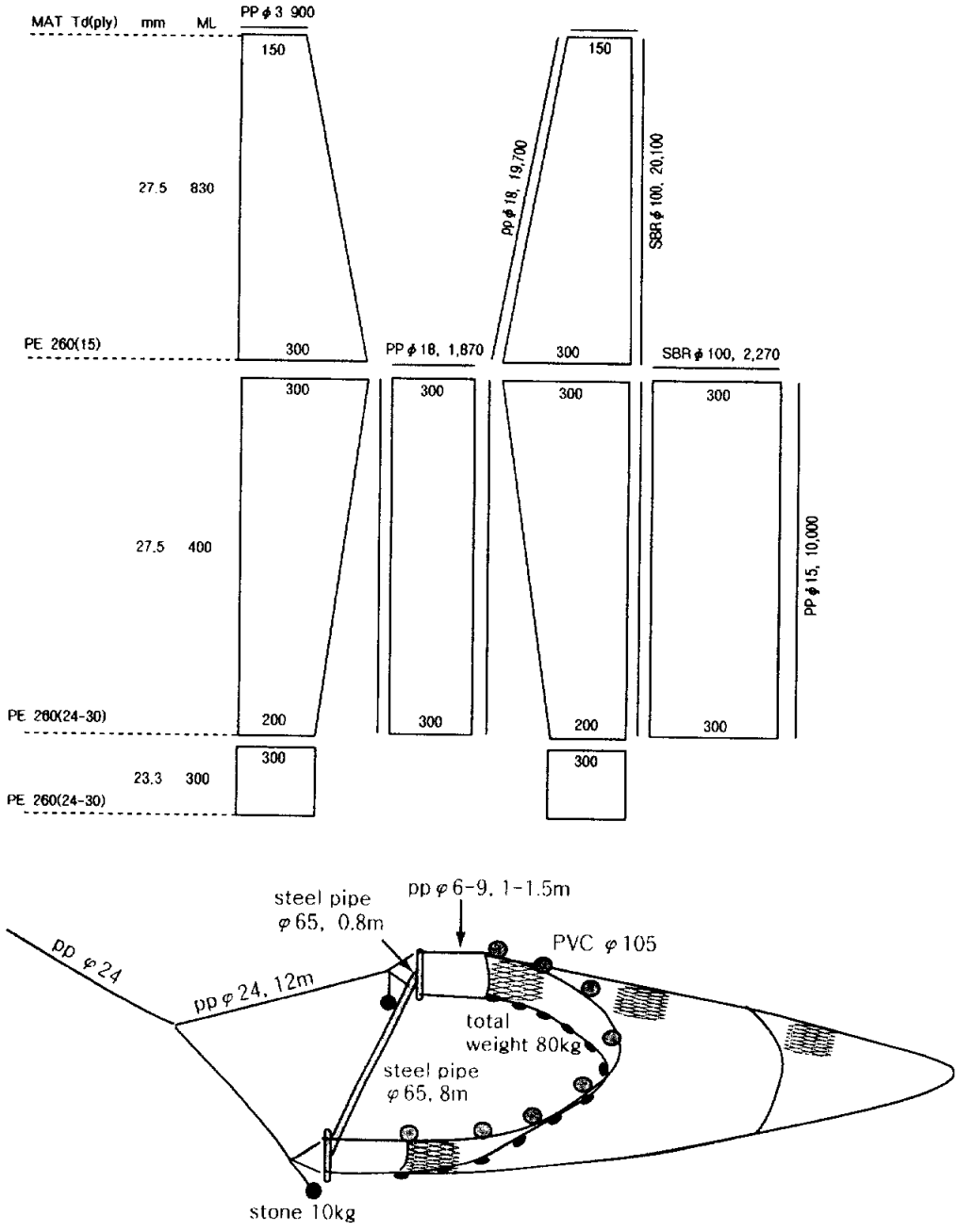


Fig. 4. Developed drawing of the Southern rough shrimp net and a model picture(from NFRDI, 2000).

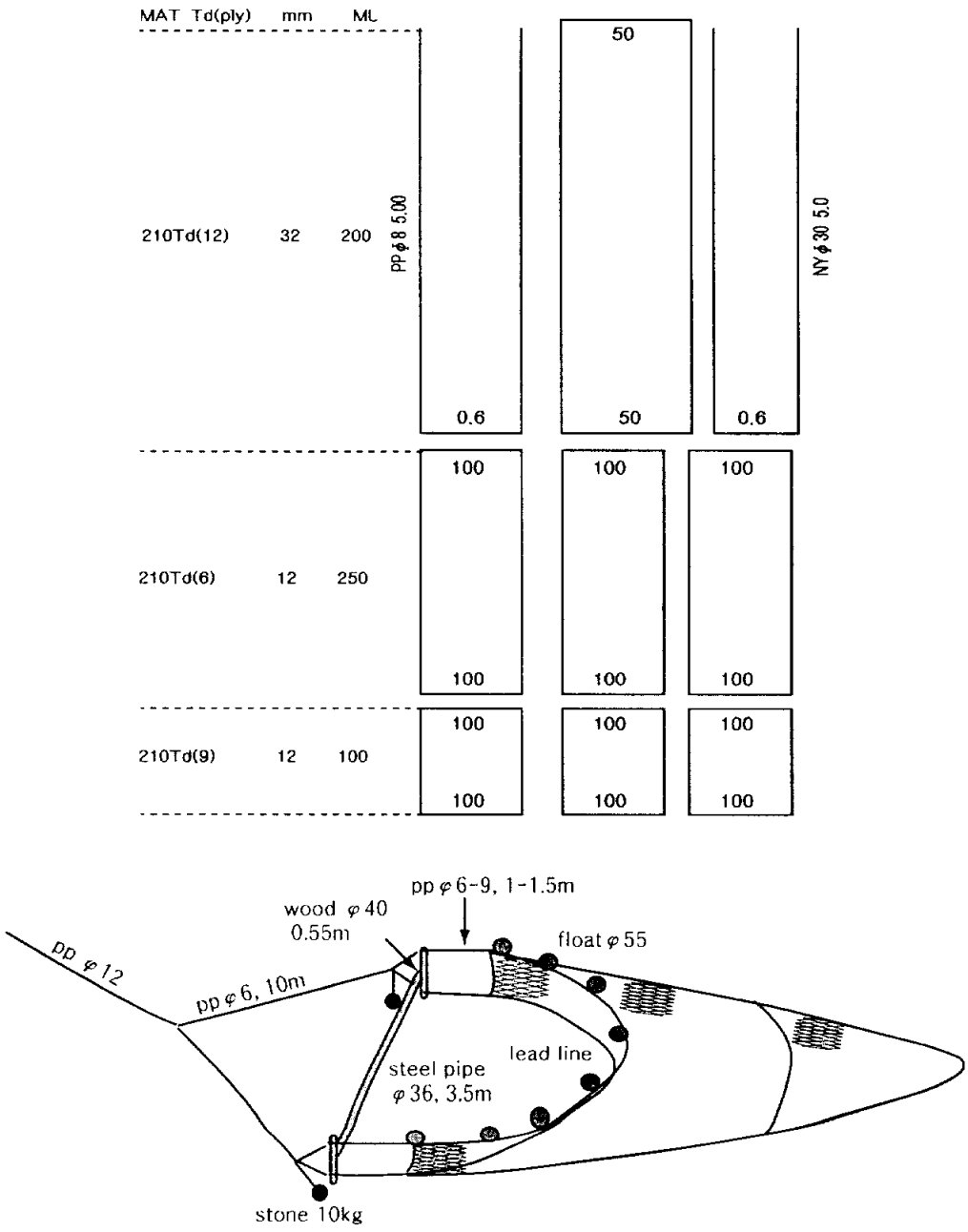


Fig. 5. Developed drawing of the Japanese sand shrimp net and a model picture(from NFRDI, 2000).

2) 조업현황

새우조망은 전라남도 고흥군 나로도 연안에서 새우를 포획할 목적으로 오랜 과거부터 사용되어 왔는데, 1987년 수산업법 개정에서 현재와 같은 동력선을 이용한 허가어업으로 되었다. 그리고 1990년 수산업법 개정시 공동어업에서 제외된 여러 해역의 연안조망이 연안조망어업으로 신설되었다. 그리고 이 과정에서 일부는 신설된 구획어업중 이동성구획어업의 하나로서 새우조망어업으로 규정되어 현재에 이르고 있다. 따라서 현재 새우를 포획하는 새우조망어업을 연안조망어업의 새우방과 이동성 구획어업의 새우조망의 2종류로 구분하고 있다.

연안조망어업에서 사용하는 새우방은 충청남도 1,067건, 전라북도 408건이 허가 정수로 설정되어 있으며, 8톤 미만의 동력선으로 그물코 내경 26*mm* 이상의 그물로 5월 1일부터 9월 31일까지 조업하고 있다(어업허가 및 신고에 관한 규칙 제3조 제3항, 수산자원보호령 제6조, 제7조 제8항). 이 어업의 어획량은 1993년과 1994년의 약 1,700톤과 5,800톤에서 2000년과 2001년의 약 300톤과 500톤으로 크게 감소하였는데, 이와 같은 현상은 비계통 판매의 증가로 인한 것으로 사료된다(Table 2).

이동성구획어업에서 사용하는 새우조망은 경상남도해역에 316건, 전라남도에 557건이 각각 허가 정수로 설정되어 있다. 어선은 무동력선 또는 5톤 미만의 동력선이며 어포부의 망목은 16*mm* 이상이고, 통영시, 거제시, 사천시 및 남해군해역에서는 10월 1일부터 다음해 4월 30일까지, 여수시, 고흥군, 완도군 및 해남군해역에서는 9월 1일부터 다음해 6월 30일까지 조업한다(어업허가 및 신고에 관한 규칙 제3조 제6항, 수산자원보호령 제6조, 제7조 제9항). 이 지역에서는 꽃새우(southern rough shrimp, *Trachysalambria curvirostris*), 중하(shiba shrimp, *Metapenaeus joyneri*), 그라비새우(chinese ditch prawn, *Palaemon*

gravieri), 마루자주새우(Japanese sand shrimp, *Crangon Hakodatei*) 대롱수염새우(big head shrimp, *Solenocera melantho*) 등을 대상으로 Table 2와 같이 1993년과 1994년에는 약 6,900톤과 7,600톤을, 2000년과 2001년에는 약 1,200톤과 2,900톤을 어획하였다(해양수산통계연보, 해양수산부 2002). 이와 같이 어획량이 1990년대 보다 2000년대에 들어 줄어든 것은 연안새우조망과 마찬가지로 비계통 출하의 증가에 의한 것으로 추측된다. 또한 일부 어업인은 관행적으로 새우조망 조업 중 막대를 사용하지 않고, 전개판을 부착하여 불법조업을 함으로서 어업질서 확립 차원에서 많은 문제점을 야기시키고 있다.

Table 2. Annual catch of beam trawls, 1993~2001

(unit : mt)

year / fishery	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Coastal beam trawl	5,871	1,759	1,007	491	59	40	738	254	504
Demarcated beam trawl	7,655	6,924	7,413	3,607	2,503	1,066	2,478	1,232	2,948

Data : Statistical year book of maritime affairs and fisheries.

3) 어구의 특징

새우조망은 자루(원통) 그물 앞쪽에 날개그물이 없는 것과 있는 것이 있으며, 날개그물 없는 것은 자루그물 양측 옆판에 갯대를 부착하여 그물입구를 상하로 벌어지도록 하고 갯대와 갯대 사이에는 막대를 달아 좌우로 벌어지도록 하고, 등판은 막대에 연결시키고 밑판은 등판보다 짧게 하여 발돌이나 체인을 부착한다. 또한 날개그물이 있는 것은 날개그물과 등판 상부에 뜸을, 발줄에는 발돌을 달아 상하로 벌어지게 하고, 날개그물 끝에는 갯대를 부착하고

갯대 사이를 막대로 연결하여 좌우로 벌어지도록 한다.

갯대와 갯대를 연결하는 막대(beam)로 통영 지역에서는 직경 10~15*cm*의 나무를 사용하고, 여수, 고흥지역에서는 철 파이프를 사용하며, 완도, 진도지역에서는 대나무에 FRP를 덮감아서 막대로 사용한다(Fig. 6). 사니질 또는 사질에 주로 서식하는 그라비새우를 포획하는 완도, 진도지역에서 사용하고 있는 대나무 막대는 유연성이 좋아 잘 부러지지 않고, 조업 중 해저 장애물에 의해 어망 파손 사고가 발생하여도 막대와 갯대를 연결하는 고리줄이 끊어지므로 어망 피해는 없지만 투양망하기가 까다롭다. 그러나 니질 또는 사니질에 분포하는 꽃새우, 중하, 대롱수염새우를 포획하는 여수, 고흥지역에서 사용하는 철 파이프는 강한 대신 유연성이 약해 막대 또는 어망 파손이 자주 발생하지만 투양망은 비교적 쉽다. 따라서 외줄낚시 미끼용으로 소량의 새우를 포획할 때는 통영지역에서 사용하는 나무 막대를 사용하기도 한다.

주로 어로 장비로는 어구의 양망을 위해서 끌줄을 감을 수 있는 사이드 드럼, 자루 그물을 올리기 위한 데릭 그리고 선수 롤러 등이 있다.

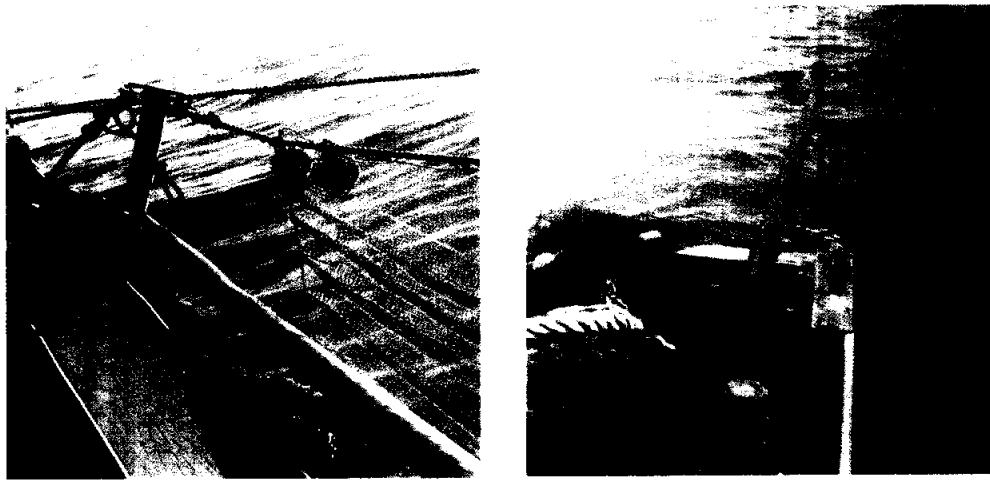


Fig. 6. Photographs of beam in the beam trawl gear.

4) 어법

막대를 나무 또는 철 파이프로 사용하는 통영, 여수 그리고 고흥지역에서는 투망시 조업 갑판 우현에 그물을 정리하고, 우현으로 바람을 맞으면서 끝자루 그물부터 날개그물 끝부분인 갯대까지 내린다. 이때 양쪽 가장자리에 부착된 막대와 추(돌, 체인)를 건현에 고정한 줄을 풀어서 내린다. 그 후 우현에서 받는 풍속을 고려하여 양쪽 후릿줄과 끌줄을 내어주면서 예망예정 방향으로 전속 전진하면서 끌줄의 길이를 수심 6~8배까지 내린다. 끌줄이 거의 다 나가면 기관을 낮추어서 1.5노트 내외의 속력으로 약 2시간 예망한다.

예망이 완료되어 사이드 드럼으로 끌줄을 모두 감아들이고 나면 후릿줄이 올라오는데, 이때는 우현으로 바람을 받으면서 선수 롤러를 이용하여 선수쪽 추와 막대를 올려서 고정한 후, 선미쪽의 추와 막대를 감아들여서 고정한다.

막대가 우현에 고정되면 날개 그물의 발줄과 뜸줄은 인력으로 같이 끌어들이고, 자루그물은 데릭과 사이드 롤러를 이용하여 갑판상에 달아 올려 어획물을 쏟아낸다.

막대의 재료로서 대나무에 FRP를 덮감아 사용하는 완도, 진도해역에서는 투망시 조업 갑판 우현 또는 선미에 그물을 정리하고, 바람을 받는 우현이나 선미에서 끝자루 그물부터 날개그물 끝부분인 갯대까지 내리고 선미 양쪽 비트에 갯대줄을 고정한다. 그리고, 좌현측부터 대나무 막대 끝에 달린 고리를 갯대에 부착한 후 좌현측 후릿줄과 막대를 막대 길이 만큼 내린 후, 우현측의 갯대에 대나무 막대고리를 부착한다. 이것이 끝나면 후릿줄 길이를 맞추고 끌줄을 내어 주면서 예망 예정 방향으로 투망하게 되며, 예망이 완료되어 사이드 드럼으로 끌줄을 감아들이고 나면 후릿줄이 올라오는데, 이때는 우현측 후릿줄부터 감아 올려서 막대와 갯대를 분리한 후, 좌현측의 후릿줄을 감아 올려 막대와 그물을 완전히 분리하여 막대를 우현에 비치한다. 그리고, 발줄에 부착된 헛줄을 이용하여 발줄과 뜸줄을 사이드 드럼과 인력으로 끌어들인다.

2. 새우조망어업의 어획물 조성

1) 어획물의 조성

어획시험기간 동안 새우조망의 어획물은 23목 80과 138속 175종 724,726마리(2,162.1*kg*)였으며, 이 중 어류는 17목 58과 97속 123종 , 새우류는 1목 11과 27속 36종 , 게류는 1목 5과 7속 8종, 두족류는 3목 5과 6속 7종, 연갑류는 1종이었다 (Table 3 and Appendix 1, 2, 3). 이것을 중량비율로 살펴보면 새우류 85.4%(1,847.2*kg*), 어류 9.8%(211.5*kg*), 게류 3.3%(71.4*kg*), 연갑류 0.9%(19.0*kg*), 연체류 0.6%(12.9*kg*) 순이다. 그리고 어획미수비율로서는 새우류 96.7%(n=700,765), 어류 1.8%(n=12,990), 게류 1.2%(n=8,618), 연갑류 0.2%(n=1,924), 연체류 0.1% (n=429)의 순이었다. 이들 어획물의 조성을 중량비율과 개체수비율로서 Fig. 7에 나타내었다.

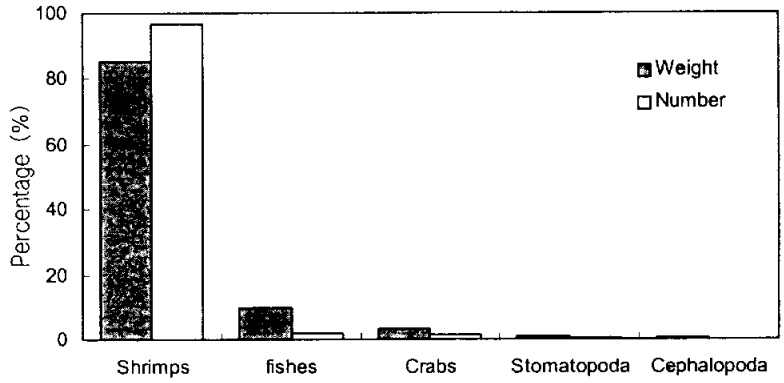


Fig. 7. Percentage composition of all species caught by beam trawl in the research area.

Table 3. Aspects of classification for shrimp samples by beam trawl in the research area from Nov. 1998 to Oct. 1999

Orders	Families	Genera	Species	%
Myxiniformes	1	1	1	0.6
Carcharhiniformes	1	1	1	0.6
Rajiformes	3	3	4	2.3
Anguilliformes	3	3	3	1.7
Clupeiformes	3	8	11	6.3
Osmeriformes	1	1	1	0.6
Stomiformes	1	1	1	0.6
Aulopiformes	1	3	4	2.3
Ophidiiformes	1	2	2	1.1
Gadiformes	1	1	2	1.1
Lophiiformes	2	3	3	1.7
Beryciformes	3	3	3	1.7
Zeiformes	1	1	1	0.6
Scorpaeniformes	6	12	17	9.7
Perciformes	22	34	44	24.1
Pleuronectiformes	6	16	20	11.4
Tetraodontiformes	2	4	5	2.9
Theuthida	2	2	3	1.7
Sepioidea	2	2	2	1.7
Octopoda	1	1	2	1.1
Shrimps	11	24	36	20.6
Crabs	5	7	8	4.6
Stomatopoda	1	1	1	0.6
Total	80	134	175	100.0

2) 새우류의 조성

시험기간 동안 어획된 새우류는 총 11과 27속 36종이었다(Table 4). 이들 중 보리새우과(Penaeidae)가 10속 11종으로 가장 많았고, 다음으로는 꼬마새우과(Hippolytidae)가 4속 6종, 징거미새우과(Palaemonidae)가 3속 6종, 도화새우과(Pandalidae)가 2속 5종의 순으로 나타났다. 이들 4과의 새우류가 28종으로 전체의 77.8%로 차지한 반면, 대롱수염새우과(Solenceidae), 딱총새우과(Alphei-dae), 돗대기새우과(Pasiphaidae), 가시발새우과(Nephropsidae), 뿔눈새우과(Ogyrididae), 젓새우과(Sergestidae)는 각각 1속 1종씩이었다.

Table 4. Aspects of classification for shrimp samples caught by beam trawl in the research area from Nov. 1998 to Oct. 1999

Families	Genera	Species	%
Solenceidae	1	1	2.7
Penaeidae	10	11	30.5
Palaemonidae	3	6	16.6
Hippolytidae	4	6	16.7
Pandalidae	2	5	13.9
Crangonidae	2	2	5.5
Alpheidae	1	1	2.8
Sergestidae	1	1	2.8
Pasiphaidae	1	1	2.8
Nephropsidae	1	1	2.8
Ogyrididae	1	1	2.8
Total	27	36	100.0

새우류의 총 어획중량은 1,847*kg*이었다(Appendix 1). 이 중 대롱수염새우가 32.6%(601*kg*)으로 가장 많이 어획되었으며, 다음으로 그라비새우 31.4%(581*kg*), 꽃새우 11.4%(210*kg*), 마루자주새우 7.1%(131*kg*), 긴줄꼬마도화새우(*Plesionika izumiae*) 6.6%(122*kg*), 민새우(*Parapenaeopsis tenellus*) 6.1% (112*kg*)의 순이고, 이들 6종이 새우류 전체 어획중량의 95.1%를 차지하였다. 어획된 새우류는 총 700,765마리로 그 중 그라비새우가 48.6%(340,950마리)로 가장 많이 어획되었으며, 다음으로 긴줄꼬마도화새우 21.9%(153,410마리), 민새우11.3%(79,083마리), 대롱수염새우 7.3%(50,840마리)의 순으로서 이들 4종이 어획된 새우류의 89.1%를 차지하는 것으로 나타났다. 보리새우과의 좁은뿔민꽃새우(*Parapenaeus sextuberculatus*), 징거미새우과의 밀새우(*Exoplaemon carinicauda*), 점박이줄새우(*Palaemon tenuidactylus*), 태평줄새우(*Palaemon pacificus*), *Palaemon* sp., 꼬마새우과의 남방넓적뿔꼬마새우(*Latreutus mucronatus*), 어리꼬마새우(*Birulia kishinouyei*), 줄무늬꼬마새우(*Lysmata vittata*), 자주새우과의 *Sabinea* sp., 가시발새우(*Nephrops thomsoni*)는 어획미수비율이 모두 0.1% 정도로서 매우 적었다.

월별 어획 종 수는 11월에 20종으로 가장 많았고, 하계인 6월과 8월에 10종으로 가장 적은 종 수가 어획되었다(Fig. 8). 월별 어획중량과 어획미수는 하계인 7월에는 각각 39.0%(720.5*kg*)와 46.9%(328,454마리)로 가장 많이 어획되었고, 동계인 11월에 각각 0.7%(12.2*kg*)와 0.4%(2,739마리)로 가장 적게 어획되었다.

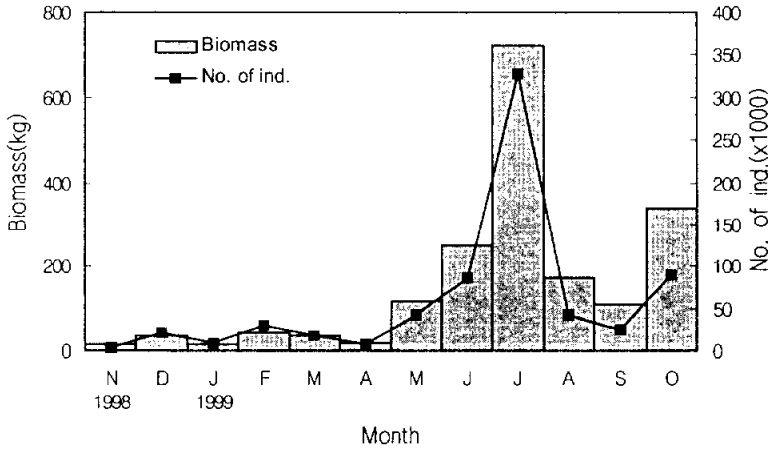


Fig. 8. Monthly variation of biomass and number individuals of shrimp samples by beam trawl in the research area from Nov. 1998 to Oct. 1999.

(1) 새우류의 분포

구역별로 어획된 종 수는 Table 5와 같이 A(정점 1~3), B(정점 4~9), C(10~15 정점) 구역에서 각각 19, 27, 28종이었다. 그 중 꽃새우, 민새우, 그라비새우는 A, B, C 전 구역에서 어획되었고, 중하(*Metapenaeus joyneri*), 긴발딱총새우(*Alpheus japonicus*)는 A, B구역에서, 대롱수염새우, 산모양깔깔새우, 긴줄꼬마도화새우는 C구역에서 주로 어획되었다. 새우류의 어획중량을 구역별로 보면 C지역에서 53.5%(988.2*kg*)으로 가장 많았고, 어획 종류는 대롱수염새우, 민꽃새우, 꽃새우, 그라비새우의 순이었으며, 어획미수는 B지역이 40.6% (284,749마리)로 가장 많았고, 어획 종류는 그라비새우, 민새우의 순이었다. 그리고 A지역에서는 그라비새우가 주로 어획되었다. 또한, 구역별 특정 어획종을 보면 A지역에서는 태평줄새우, B지역에서는 긴뿔민새우, 남방넓적뿔꼬마새우, 어리꼬마새우, 줄무늬꼬마새우, 짧은뿔꽃새우류, C지역에서는 점박이꼬마도화새우, 가시발새우, 꼬마새우류, 자주새우가 각각의 지역에서만 따로이 어획되었다.

Table 5. Species composition for shrimp samples caught by beam trawl in the research area

Area / Species	A		B		C		Total	
	N	W	N	W	N	W	N	W
Penaeus chinensis	5	154.6	12	506.2	10	684.8	27	1,345.6
Penaeus japonicus			1	25.0	52	2175.1	53	2,200.1
Solenocela melantho			35	371.0	50,805	600,522.9	50,840	600,893.9
Metapenaeus joyneri	1,434	5,996.5	1,461	7,380.7	33	180.8	2,928	13,558.0
Trachysalambria curvirostris	12,122	81,562.5	15,522	73,807.6	11,601	54,813.0	39,245	210,183.1
Parapenaeopsis tenellus	30,740	52,373.8	47,953	59,331.0	390	406.7	79,083	112,111.5
Parapenaeus fissurus	249	1,019.6	367	1,170.3	12,249	62,845.1	12,865	65,035.0
Metapenaeopsis dalei	1	0.9	120	291.0	657	697.9	778	989.8
Parapeneus sextuberculatus					20	168.0	20	168.0
Trachypeneopsis sp.			4	8.9			4	8.9
Parapenaeopsis hardwickii			1	1.5			1	1.5
Penaeus sp.					61	596.4	61	596.4
Acetes chinensis	52	110.1	158	51.4	2	0.8	212	162.3
Leptochela gracilis	19	6.5	77	42.2			96	48.7
Palaemon gravieri	111,179	204,049.1	216,160	361,491.8	13,611	15,237.3	340,950	580,778.2
Exoplaemon carnicuda			1	1.7	28	129.2	29	130.9
Palaemon tenuidactylus					3	3.0	3	3.0
Palaemon macrodactylus	3	2.2	13	25.7	12	16.9	28	45.8
Palaemon pacificus	5	2.2					5	2.2
Palaemon sp.					1	1.0	1	1.0
Alpheus japonicus	1,041	2,024.8	1,037	1,174.8	126	683.6	2,204	3,883.2
Ogyrides orientalis	2	0.7	10	3.9	20	58.0	32	62.6
Heptacrpus futilirostris	96	394.1	271	116.8	67	61.0	434	571.9
Heptacarpus rectirostris			44	20.6			44	20.6
Latreutus planirostris	152	69.2	6	1.7			158	70.9
Latreutus mucronatus			8	4.5			8	4.5
Birulia kashinouyei			18	6.8			18	6.8
Lysmata vittata			8	12.4			8	12.4
Pandalus prensor	190	475.0	4	6.6	81	200.5	275	682.1
Pandalus gracilis					140	187.3	140	187.3
Plesionika izumiae	73	35.7	322	162.4	153,015	122,257.4	153,410	122,455.4
Plesionika martia					150	116.5	150	116.5
Plesionika ortmanni					90	120.3	90	120.3
Cragon hakodatei	1,641	3,019.4	1,136	1,652.9	13,761	126,023.3	16,538	130,695.6
Sabinea sp.					22	5.9	22	5.9
Nephrops thomsoni					5	12.5	5	12.5
Total	159,004	351,296.8	284,749	507,670.2	257,012	988,205.0	700,765	1,847,172.0
%	22.69	19.02	40.63	27.48	36.68	53.50	100	100

N=number of individuals, W=wet weight (g)

(2) 새우류의 갑각장 조성

어획된 새우류 중에서 어획 비중이 높거나, 상업적 가치가 높은 대롱수염새우, 그라비새우, 꽃새우, 민새우, 민꽃새우, 중하 등의 갑각장 조성을 보면 Fig. 9와 같다. 대롱수염새우가 암·수컷 평균 갑각장이 25.6*mm*로 최대치를 나타내었고, 다음으로 민꽃새우, 꽃새우, 중하, 그라비새우, 민새우의 순으로 나타났으며, 특히 대롱수염새우는 평균 갑각장이 10.3*mm*인 민새우에 비해 평균 갑각장이 2배 이상 크게 나타났다.

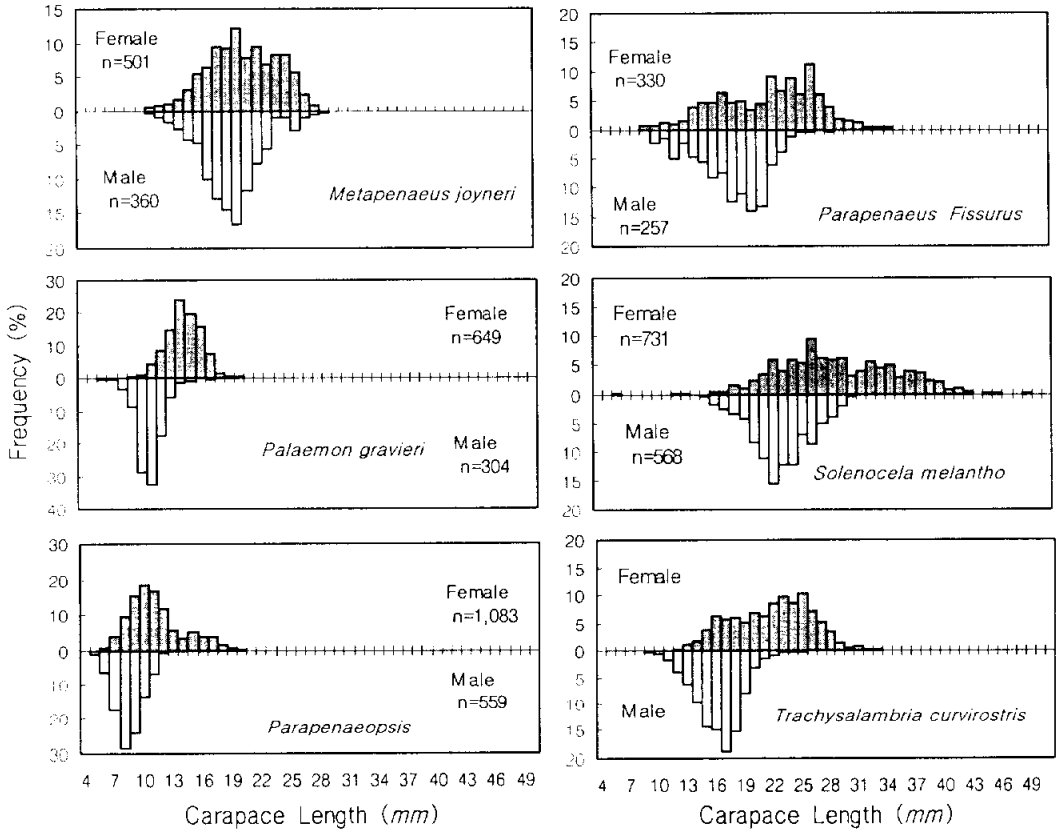


Fig. 9. Carapace length distribution of shrimp samples by beam trawl in the research area from Nov. 1998 to Oct. 1999.

3) 어류의 조성

어획시험에서 어획된 어류는 17목 58과 97속 123종이었다(Appendix 2). 그 중에서 농어목(Perciformes)이 22과 34속 44종으로 가장 다양하게 어획되었고, 그 다음으로 가자미목(Pleuronectiformes)이 6과 16속 20종, 쏨뱅이목(Scorpae-niformes)이 6과 12속 17종의 순으로 나타났다. 이들 3목에서 어획된 어류가 81종으로 시험기간 동안 어획된 종 수의 65.9%를 차지한 반면, 먹장어목(Myxiniformes), 흉상어목(Carcharhiniformes), 바다빙어목(Osmeriformes), 샐퉁이목(Stomiformes), 달강어목(Zeiformes)은 각각 1과 1속 1종이 어획되어 희소목으로 나타났다.

과별로 가장 많은 종이 어획된 어류는 저서어종인 가자미과(Pleuronectidae)가 10종이었고, 다음으로 멸치과(Engraulidae), 양볼락과(Scorpaenidae), 민어과(Sciaenidae)의 어류가 각각 7종씩 어획되었다.

어류의 어획중량은 211.5*kg*이었다(Appendix 2). 그 중 보구치(*Argyrosomus argentatus*) 15.8%(33.4*kg*), 개서대(*Cynoglossus robustus*) 6.7%(14.3*kg*), 아귀(*Lophiomus setigerus*) 4.8%(10.2*kg*), 두툽상어(*Scyliorhinus torazame*) 4.4%(9.4*kg*), 주둥치(*Leiognathus nuchalis*) 4.3%(9.1*kg*)의 순으로 어획되었으며, 이들 5종이 66.2*kg*으로 전체어획중량의 36.1%를 차지했다. 개체수로는 주둥치 1,793마리(13.8%), 문절망둑(*Acanthogobius flavimanus*) 1,128마리(8.7%), 보구치 1,087마리(8.4%), 개서대 977마리(7.5%)의 순으로 어획되었으며, 이들 4종의 어획미수가 전체 어획미수의 38.4%를 차지했다. 그러나 홍어(*Raja kenojei*), 노랑가오리(*Dasyatis akajei*), 뱀장어 (*Anguilla japonica*), 꽃동멸(*Synodus variegatus*), 철갑둥어(*Monocentris japonica*), 금눈돔(*Beryx decadactylus*), 도화돔(*Ostichthys japonicus*), 볼락(*Sebastes inermis*), 조피볼락(*Sebastes schlegeli*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 홍치(*Priacanthus macracanthus*), 아홉동가리(*Goniistius*

zonatus), 망상어(*Ditrema temmincki*), 동갈양태(*Repomucenus richardsonii*), 실양태(*Repomucenus valenciennei*), 고등어(*Scomber japonicus*), 흰비늘가자미(*Laeops kitaharae*), 용가자미(*Cleisthenes pinetorum*), 문치가자미(*Limanda yokohamae*), 찰가자미(*Microstomus achne*), 강도다리(*Platichthys stellatus*), 흑대기(*Paraplagusia japonica*), 은밀복(*Lagocephalus wheeleri*), 복섬(*Takifugu niphobles*)등은 각각 1마리씩 어획되었다.

월별 어획 어종을 보면 12월에 56종으로 가장 많은 종이 어획되었으나, 수온이 올라가기 시작하는 6월에는 35종으로 가장 적은 종 수를 나타내었다 (Appendix 2). 그리고 어획미수로는 1월에 14.5%(1,880마리)로 가장 많이 어획되었으나 수온이 비교적 높은 8월에는 4.1%(531마리)로서 가장 적은 미수를 나타내었다.

(1) 어종별 어획 중량

어획된 어류의 종별 개체당 평균 중량 범위는 0.7~560.0g 이었으며, 개체별 평균 중량은 16.0g 이었다. 종별로 평균중량이 100g 이상인 어종은 먹장어, 두툽상어, 홍어, 흰가오리, 아귀, 달고기(*Zeus faber*), 조피볼락, 꼼치(*Liparis tanakai*), 얼룩통구멍(*Uranoscopus japonicus*), 고등어, 찰가자미(*Microstomus achne*) 등 11종이었다. 반면에 개체당 평균중량이 10g 이하인 어종은 36종이고, 10~20g인 어종 수는 25종으로서, 어획된 어류중에서 어종별 평균 중량이 20g 이하 종 수는 61종으로 전체 어획 종 수의 50%로서 어획물의 대부분이 소형어이거나 치자어였다. 그 중 개체의 평균중량이 10g 이하인 어종은 노랑가오리, 웅어, 싱어, 풀반지, 청멸, 곤어리, 준치, 밴댕이, 정어리, 샛멸, 앨퉁이, 물천구, 날매퉁이, 매퉁이, 꼬리민태, 줄비늘치, 노랑씬벵이, 도화돔, 미역치, 쑤기미, 살살치, 풀미역치, 쌍뿔달재, 꼬마달재, 열동가리돔, 줄도화돔, 눈볼대, 주둥치, 아홉동가리, 열쌍동가리, 실양태, 문절망둑, 도화망둑, 빨갱이, 풀망둑, 용가자미 등이었다. 중량비율 또는 개체수비율이 높은 보구치, 아귀, 두툽상어, 개서대, 주둥치, 문절망둑의 개체당 평균중량은 각각 30.7, 255.1, 110.2, 14.6, 5.1, 7.3g으로 나타났다(Appendix 2).

(2) 어류의 체장 조성

어획시험 동안 어획된 어류 중에서 어획미수 조성비율이 높거나, 상업적으로 중요한 유용어류에 대한 체장 조성은 Fig. 10과 같다. 이들 중 보구치는 전체 중량비율이 15.8%, 어획미수비율의 8.4%로 부수어획물을 대표하는 종이었으며, 체장범위가 10.0~22.0*cm*(평균체장 14.8*cm*)로서 최소성숙체장 17.3*cm* 보다 작은 미성숙어가 주로 어획되었다. 그 밖에 어획비율이 높은 순서대로 보면, 최소성숙체장이 26.0*cm*인 개서대의 체장범위가 9.0~29.0*cm*(평균체장 15.4*cm*), 최소성숙체장 27.5*cm*인 병어의 체장범위가 10.0~21.0*cm*(평균체장 14.9*cm*), 최소성숙체장 20.0*cm*인 덕대의 체장범위가 5~21.0*cm*(평균체장 11.3*cm*), 최소성숙체장 25.0*cm*인 꼬치고기의 체장범위가 7.0~24.0*cm*(평균체장 17.5*cm*)로서 대부분이 미성숙어가 어획되고 있었다.

아직 식용으로 이용되진 않지만, 가장 많은 개체수가 어획된 주둥치의 체장범위는 6.0~12.0*cm*(평균체장 8.1*cm*)로 나타났으며, 다음으로 많이 어획된 문절망둑의 체장범위는 7.0~15.0*cm*(평균체장 11.0*cm*)로 최소성숙체장인 8.0*cm* 보다 큰 개체가 주로 어획되었다. 이와 같이 부수적으로 혼획되는 중요 어류 대부분이 최소성숙체장보다 작은 미성숙어가 주로 어획되고 있는 실정이다.

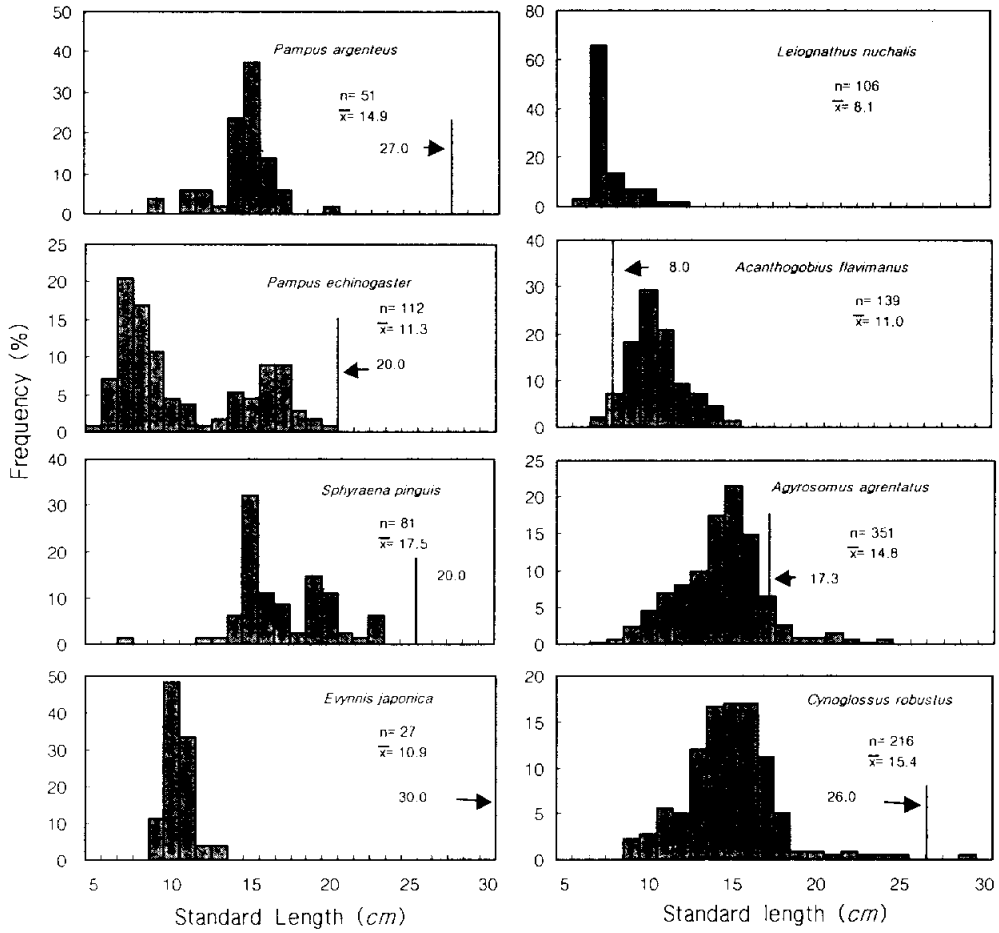


Fig. 10. Size distribution of fish samples by beam trawl in the research area from Nov. 1998 to Oct. 1999.
Bar : Minimum length for sexual maturity.

4) 어획물의 투기

새우류를 제외한 부수어획물의 미수와 중량은 332,936마리 996.1*kg*이었다 (Table 6). 이 중에서 상업적으로 이용될 가능성이 있는 것은 흰가오리과 8마리(평균중량 266.8g), 아귀과 46마리(평균중량 255.0g) 뿐이었다. 그리고, 비교적 어획비율이 높아 상품성이 있다고 볼 수 있는 1,000마리 이상 어획된 종의 평균 최고 중량은 27.9g을 나타내었다. 이와 같이 상품가치가 있는 종은 미수가 극히 적고, 비교적 어획미수가 많은 종은 평균 중량이 낮게 나타남으로서 어류, 게류, 연갑류, 연체류의 어획물은 대부분이 해상에서 투기된다고 볼 수 있다.

구역별, 어획물 종류별 어획중량, 양륙량, 부수어획중량 및 투기율은 Table 7과 같다. 전체 어획중량은 2,162.1*kg*이었으며, 이 중 새우류는 85.5%(1,847.3 *kg*)이었고, 새우류를 제외한 어류, 게류, 연갑류, 연체류의 어획중량은 14.5% (314.9*kg*)있었다. 새우류 중에서 상업적 가치가 있거나, 외줄연승 미끼 및 양식사료로 사용될 수 있는 대하, 중하, 대롱수염새우, 꽃새우, 민꽃새우, 민새우, 그라비새우, 자주새우 등의 어획중량은 1,717.8*kg*이었지만, 현지에서 어획물에 대한 상품실태조사 결과, A와 B구역에서 조업하는 초도, 손죽도 어업인은 그라비새우만 건조하여 조미용으로 상품 처리하고, C구역에서는 대롱수염새우만 빙장 처리하여 상품으로 판매하고 있었다. 따라서 상업적 가치가 있어 양륙되는 양은 1,166.0*kg*이었고, 나머지 부수어획물과 상품 가치가 없는 새우류는 해상에서 투기되는 것으로 나타났다. 따라서, 어획시험구역 A, B, C에서 각각 어획된 어획물의 49%, 39%, 49%가 해상에서 투기되어 전체적으로는 약 46%가 투기되는 것으로 추정되었다.

Table 6. The list of by-catch by beam trawl in the research area from Nov. 1998 to Oct. 1999

Species	No.	Weight (g)	Mean (g)	Range of length(cm)	Species	No.	Weight (g)	Mean (g)	Range of length(cm)
Myxinidae	2	200	100.0	-	Sparidae	39	1,172	30.1	9~13
Scyliorhinidae	85	9,367	110.2	-	Sciaenidae	1,413	39,363	27.9	10~22
Rajidae	35	2,458	70.2	-	Mullidae	40	450	11.3	-
Dasyatidae	1	5	5.0	-	Cheilodactylidae	1	7	7.0	-
Urolophidae	8	2,134	266.8	-	Embiotocidae	1	25	25.0	-
Anguilidae	1	35	35.0	-	Pholidae	40	681	17.0	-
Muraenesocidae	159	7,797	49.0	11~30	Pinguipedidae	79	1,949	24.7	-
Congridae	168	6,592	39.2	12~28	Uranoscopidae	23	1,783	77.5	-
Engrauidae	2,039	17,230	8.4	4~18	Callionymidae	51	758	14.9	-
Prisigasteridae	45	451	10.0	6~12	Gobildae	1,953	14,522	7.4	7~15
Clupeidae	177	1,654	9.3	8~22	Sphyraenidae	207	5,885	28.4	7~24
Argentidae	3	8	2.7	-	Trichiuridae	217	6,049	27.9	11~23
Sternoptychidae	332	218	0.7	2~4	Scombridae	1	110	110.0	-
Synodonidae	63	941	14.9	-	Ariommatidae	5	247	49.4	-
Phidilidae	120	3,350	27.9	-	Strpomateidae	477	9,039	18.9	4~21
Marcouridae	657	4,184	6.4	9~14	Citharidae	67	1,381	20.6	-
Lophiidae	46	11,135	242.1	17~50	Bothidae	1	30	30.0	-
Antennariidae	3	11	3.7	-	Paralichthyidae	109	5,050	46.3	10~36
Monocentridae	1	35	35.0	-	Pleuronectidae	87	4,199	48.3	7~26
Holocentredae	1	5	5.0	-	Soleidae	42	1,656	39.4	-
Zeidae	11	1,575	143.2	-	Cynoglossidae	1,216	18,856	15.5	9~29
Scorpaenidae	53	771	14.5	-	Monacanthidae	22	983	44.7	-
Aploactinidae	204	1,007	4.9	3~7	Tetraodontidae	4	256	64.0	-
Triglidae	23	804	35.0	-	Portunidae	8,187	50,897	6.2	-
Platycenhalidae	126	5,645	44.8	11~15	Dorppidae	7	30	4.3	-
Hexagrammidae	1	15	15.0	-	Goneplacidae	391	17,894	50.9	-
Liparidae	17	1,455	85.6	-	Paguridae	2	11	5.5	-
Acropomatidae	254	2,062	8.1	-	Ocypodidae	31	640	20.7	-
Priacanthidae	1	50	50.0	-	Stomatopodae	1,924	19,021	9.9	8~13
Apogonidae	34	172	5.1	-	Ommastrephidae	42	2,995	71.3	-
Sillaginidae	144	2,553	17.7	-	Loliginidae	412	4,316	61.0	-
Carangidae	196	2,103	10.7	7~15	Sepiidae	83	4,218	50.9	-
Leiognathidae	1,793	9,092	5.1	6~12	Sepiolidae	18	536	29.8	-
Shrimps	308,975	681,300	2.2	-	Octopodidae	24	865	36.0	-
Total						332,936	996,100		

No. : Individuals

Table 7. Estimation of by-catch and discard by beam trawl in the research area from Nov. 1998 to Oct. 1999

Area	Total catches (kg)	Composition		Landing (kg)	By-catch (kg)	Discard (%)
		Species	catches (kg)			
A	399.5	Shrimp	351.3	204	195.5	49
		Fish	32.2			
		others	16.0			
B	589.2	Shrimp	507.7	361	228.2	39
		Fish	64.3			
		others	17.2			
C	1,173.4	Shrimp	988.2	601	572.4	49
		Fish	115.0			
		others	70.2			
Total	2,162.1		2,162.1	1,166	996.1	
Mean	720.7		720.7	389	332.0	46

2.4 고 찰

본 장에서는 거문도 해역에서 새우조망으로 어획되는 새우류 및 부수어획물의 종조성과 어획비율 등을 분석하고, 상업적 가치가 없는 부수어획물의 해상 투기 실태를 조사하였다.

새우조망의 총 어획물은 23목 80과 138속 175종, 2,162.1*kg*이었으며, 이 중에서 새우류가 36종 1,847.2*kg*(85.4%), 어류가 123종 211.5*kg*(9.8%), 게류가 8종 71.5*kg*(9.8%), 연갑류가 1종 19.0*kg*(0.9%), 두족류가 7종 12.9*kg*(0.6%) 이었다. 새우의 어획비율이 일반 저층트롤(Lee *et al.*, 1992; Lee *et al.*, 1994; Lee *et al.*, 1998)보다 월등히 높은 것은 조사해역이 다른 해역보다 새우자원이 풍부했기 때문이기도 하지만, 그 보다는 새우조망이 새우의 포획에 적합한 어구어법이였기 때문인 것으로 판단된다.

새우조망에서 어획된 새우중량은 85.4%(1,847.2*kg*)이었고, 이 가운데 그라비새우와 민새우는 초도 - 손죽도 주변해역, 대롱수염새우와 긴줄꼬마도화새우는 거문도 주변해역에서 주로 어획되었다. 이는 도암만(장 등, 2002)의 꽃새우와 밀새우, 진도 해역(장 등, 2001)의 그라비새우, 고리연안(Huh and An, 1999)과 낙동강 하구(Hong and Oh, 1989)의 자주새우, 사천 연안(Cha *et al.*, 1999)의 자주새우와 넓적뿔꼬마새우, 광양만(Huh and An, 1997)의 자주새우, 긴좁은뿔꼬마새우(*Heptacarpus pandaloides*), 갯가꼬마새우류(*Eualus leptognathus*), 넓적뿔꼬마새우류(*Latretus acicularis*) 등에 비추어 볼 때, 새우류는 지역에 따라 분포하는 종이 다른 것으로 사료된다. 또한, 새우류 분포를 수심별로 살펴보면, 본 조사해역의 수심 20~40*m*(A, B구역)에서는 그라비새우, 수심 50~80*m*(C구역)에서는 긴줄꼬마도화새우와 대롱수염새우가 많이 분포하는 것으로 나타났다. 수심 20*m* 이천에서는 자주새우, 꼬마새우과(Hippolytidae)의 새우류와 어린새

우(Huh and An, 1997; Cha *et al.*, 1999; Hong and Oh, 1989; Huh and An, 1999)가, 수심 30~40*m*에서는 그라비새우(장 등, 2001)가 분포하는 것으로 볼 때, 수심에 따라 분포하는 종도 달라질 것으로 판단된다.

본 시험어획에서 어획된 어류는 123종으로서, 가까운 연안인 광양만의 54종(Cha and Park, 1997), 광양만 묘도해역의 66종(Han *et al.*, 1998), 소흑산도 및 하의도 연안(Park and Lee, 1988)의 74종, 전남 고흥(녹동) 반도 근해(Lee *et al.*, 1990)의 93종보다는 월등히 다양하였으나, 근해에서 Lee 등(1998)이 보고한 114종과 Jeong(1993)이 보고한 131종과 비슷하게 나타났다. 그리고 새우조망의 어류 어획량은 211.5*kg*(9.8%)으로 일반 저층 트롤(Lee *et al.*, 1992, Lee *et al.*, 1994, Lee *et al.*, 1998)보다는 어획비율이 매우 낮게 나타났다. 이것은 3~4노트의 빠른 속도로 예망하는 트롤어구에는 전개판과 후릿줄이 있어 뻘먼지 등으로 구집효과를 일으켜 상대적으로 소해면적을 확대하는 효과가 있지만, 새우조망은 제한된 소해 폭을 낮은 망고, 낮은 예망 속도(약 1.5 노트)로 조업하기 때문에 도피능력이 있는 어류의 대부분은 탈출하는 것으로 사료된다.

어류는 그 종에 따라 어체의 크기는 다르지만, 본 시험에 어획된 123종의 종별 평균 중량의 범위는 0.7~560.0g(평균 중량 16.0g)이고, 이 중 종별 평균 중량이 20.0g 이하인 종 수는 전체의 50%인 61종으로 대부분이 소형어 또는 치자어인 것을 알 수 있다. 그리고 평균중량 100.0g 이상은 11종 69마리로, 이 중 상업적 가치가 있어 상품으로 유통될 수 있는 어종은 찰가자미 1마리(560.0g)와 아귀 40마리(평균중량 255.0g) 뿐이었다. 또한, 비교적 많이 어획되고 있는 보구치, 개서대, 병어, 덕대, 꼬치고기의 경우에 대부분이 최소성숙체장보다 작은 미성어가 어획되어 해상에서 바로 투기되고 있었다. 따라서 새우조망에서 부수적으로 어획된 모든 어류는 투기되는 것으로 볼 수 있다. 이런 점에서 볼 때, 새우조망에서 새우를 어류와 분리하여 어획할 수 있는 어구의 개발도 검토되어야 할 것이다.

한편, 거문도 해역의 시험조업에서 어류, 두족류, 게류, 연갑류 및 상품이 되지 못하는 소형새우 등 해상에서 투기되는 어획물이 전 어획물의 46%로 나타났다. 이것은 북동대서양 트롤어업에서 47.5%가 양륙되고(Allain *et al.*, 2003), 새우조망의 어획물(어류+새우류)은 56%가 식품으로 이용된다는(Lancaster and Frid, 2002) 사실과 비교하면 거의 같은 수준으로 볼 수 있다. 그러나, 현재 지구상의 부수어획물 양은 2천8백7십만톤에 이르며, 이 중 2천7백만 톤이 버려지고 있고, 특히 새우트롤의 부수어획량은 1천1백만톤으로서, 이 중 9백5십만톤이 투기되고 있다(Alverson *et el.*, 1994). 보리새우 관리를 위한 워크숍의 잠정보고(Rothscild and Gulland, 1982)에서 Table 8과 같이 새우트롤의 해상 투기량이 새우 어획량의 1~30배라고 보고하고 있는 것(Vendeville P., 1990)에 비하면, 우리나라의 새우조망에서 나타난 해상 투기량은 대단히 적은 것으로 판단된다. 또한 트롤과 같이 인망어구의 투기량은 끝자루 망목이 커짐에 따라 부수어획량과 투기량이 감소하므로(Alverson *et el.*, 1994), 새우조망에서도 끝자루 망목을 확대하면 부수어획량과 투기량은 감소할 것이다. 따라서 16*mm*의 작은 망목에 부수어획되는 소형어 또는 치자어를 보호하기 위해서는 지역과 수심에 따라 분포를 달리하는 주 어획 대상 새우에 알맞은 적정망목을 사용함으로서 부수어획량과 투기량을 감소시킬 수 있을 것이다.

Table 8. Rough estimates of by-catch and discards in penaeid shrimp fisheries

Country	Shrimp catches 1979 (tons)	Ratio shrimp: By-catch	By-catch (tons)	Discard (%)	Quantity discarded	Date of observations and references
China (Yellow Sea)	7,500	8:1 ~ 4:1	35 ~ 60,000	nil	nil	October 1962
Indonesia (Arafura Sea)	6,000	3:1 ~ 1:1	ca. 100,000	high	ca. 100,000	1970s Unar
Indonesia (other areas)	157,000	20:1 ~ 30:1 (off shore)	115,000	< 2	< 2,000	-
Thailand	100,000	variable	750,000	small	small	-
India	183,000	~20:1	300 ~ 500,000	< 2	5,000	1970s (George)
Kuwait	1,600	10:1	15,800	95	15,000	1978s (Mattews)
Senegal	5,500	variable	80,000	ca. 50	40,000	1970s (Garcia)
USA (Atlantic coast)	105,000	2.8:1	37,000	ca. 100	37,000	1970s (Pelligran)
USA (Gulf coast)		9:1	600,000	ca. 100	600,000	1970s (Pelligran)
Mexico (Pacific coast)	46,000	10:1 ~ 15:1	400 ~ 500,000	< 95	400,000	1970s & 1980s (Ehrhardt)
Brazil & Guyana	21,500	10:1	215,000	high	200,000	1981 (Villegas & Dragovich)

※ Reproduced from Interim Report of the Workshop on the Scientific Basis for the Management of Penaeid Shrimp by Rothschild and Gulland, 1982.

Ⅲ. 대롱수염새우, 꽃새우, 민새우의 성장과 성숙

3.1 서 론

거문도 근해에서 실시한 새우조망의 어획시험 결과, 어획물 조성은 대롱수염새우, 그라비새우, 꽃새우, 마루자루새우, 긴줄꼬마도화새우, 민새우의 6종이 대부분을 차지하고 있다. 이 중에서 대롱수염새우, 꽃새우, 민새우가 상업적 이용 가치가 높아 이 해역에서 조업하는 어민들의 주 어획 대상종이 되고 있다. 이들 주요 어획대상 새우류에 대한 합리적인 자원관리를 위해서는 이들 종의 성장과 최소성숙갑각장 등 자원 생태학적 특성치 추정이 필요하며, 또한 가입자원을 극대화하기 위하여 새우조망의 망목크기를 최소성숙갑각장이 50% 선택되도록 어구를 구성하는 것이 요구된다.

보리새우상과(Superfamily Penaeidea)에 속하는 대롱수염새우(*Solenocera melantho*), 꽃새우(*Trachysalambria curvirostris*)와 민새우(*Parapenaeopisis tenella*)는 우리나라 서·남해와 일본 서남부 태평양해역에 분포하고 있다. 대롱수염새우는 거문도, 제주도 근해(김, 1977; Cha *et al.*, 2001; Ohtomi *et al.*, 1998)에서 주로 출현하며, 수심 60*m* 이상의 비교적 깊고, 저질이 뻘인 곳에서 서식하며, 꽃새우와 민새우는 내만이나 내해의 수심 100*m* 이내에 서식한다(Kubo, 1949; Cha *et al.*, 2001; Gab-Alla *et al.*, 1990). 이들의 어획량은 1990년대 중반의 2,000톤 내외에서 2000년도의 5,000톤으로 계속 증가하여 연근해에서 어획되는 갑각류 어획량의 약 7%를 차지하고 있다(해양수산통계연보, 2002).

대롱수염새우에 관한 연구는 성숙과 산란(Ohtomi *et al.*, 1998)에 대한 보고와 성장과 성숙(Ohtomi and Iraeda. 1997; Chalayondeja and Tanoue, 1971)에 관한 연구가 있다. 또한 같은 속(Genus)에 속하는 *Solenocera membranacea* 성장

과 분포에 관한 Demestre and Abello(1993)의 보고 및 Gueguen(1998)의 *Solenocera acuminata* 성장에 관한 연구 등이 있다.

꽃새우에 관한 연구는 서해에 서식하는 꽃새우의 성숙 연구(Kim *et al.*, 1984), 유생발생에 관한 연구(Park, 1993), 서해중부해역에 분포하는 꽃새우의 성숙과 산란에 관한 연구(Cha *et al.*, 1997) 그리고 서해안 꽃새우의 재생산에 관한 연구(Cha *et al.*, 2003)가 있다.

민새우에 관한 연구로는 수심별 분포 특성(Ueta. 1996), 생태(Ikematse, 1963), 조망어구에 의한 민새우의 어획선택성(Tokai and Sakaji, 1993)에 관한 연구 등이 있다.

그러나, 현재 우리나라 거문도 근해의 새우조망에서 주로 어획되는 대롱수염새우, 꽃새우, 민새우(Fig. 11)의 성장, 성숙 및 자원 특성치에 관한 연구는 없는 실정이다. 본 장에서는 이들 종에 대한 생물학적조사를 통한 자원생물학적 특성치를 추정하여 합리적인 자원관리에 과학적 기초자료로 활용함과 동시에 이들 자원생물학적 특성치 중 최소성숙갑각장은 새우조망의 적정망목을 규명하는 기준자료로서 제시하고자 하였다.

3.2 재료 및 방법

1. 성숙과 산란

대롱수염새우, 꽃새우, 민새우의 자원생물학 특성 분석을 위하여 사용된 자료는 어획시험에서 어획된 표본을 대상으로 하였다. 대롱수염새우는 1998년 11월부터 1999년 12월까지, 꽃새우와 민새우는 1998년 11월부터 1999년 10월까지의 어획물로부터 수십된 표본자료이다. 표본된 시료는 어획 즉시 선상에서 중성 포르말린 10% 용액에 고정하였으며, 2~3일 후에는 70% 알코올에 보존하였다. 교접기와 교미기의 유무로 성을 구별하였으며, 성비는 수컷에 대한 암컷의 비로써 나타내었다. 갑각장(Carapace Length, CL)은 안병의 기저에서 두흉갑의 등면 뒤쪽의 오목한 부분까지 0.1*mm* 단위로 버니어 캘리퍼스(vernier calipers)로 측정하였고, 체중(Body Weight, BW)은 0.1g까지 전자 저울로 측정하였다. 생식소 숙도지수(Gonado somatic Index, GSI)는 생식소 중량/체중×100으로 구하였다. 난소의 성숙 단계는 난소의 색깔이 백색일 경우 미숙(Immature), 황색일 경우에는 중숙(Maturing), 짙은 녹색 혹은 주황색일 경우에는 완숙(Mature)으로 육안 관찰에 의해 이루어졌으며, 암컷 생식소의 교미전 유무로서 교미개체를 구분하였다(Gab-Alla *et al.*, 1990). 포란수는 완숙 단계의 개체 중 조직검정으로 산란 경험이 없다고 판단되는 개체에 대하여 침(needle)을 사용하여 완전히 분리한 후 입체현미경 하에서 계수하여 습중량법으로 계산하였다.

성숙도(P)는 각각의 계급간에서 암컷 생식소의 성숙비율과 교미한 암컷의 비율로 각각 계산하여 식(3-1)의 로지스틱 방정식(King, 1995)으로 추정하였다.

$$P = \frac{1}{1 + \exp^{[a+bCL]}} \quad (3\text{-}1)$$

위의 식에서 a와 b는 상수이고, CL는 갑각장이며, 상수 추정은 성숙율 P와 CL의 회귀분석으로 추정하였다. 암컷의 50%가 성숙한 성숙체장인 CL_{50}은 a와 b사이의 비율 (a/b)로 계산하였다.

2. 연령과 성장

어획시험에서 어획된 시료 중에서 매월 종별로 암·수 각각 30개체에 대해서 갑각장과 중량을 측정하여 갑각장과 체중관계식을 구하였다.

새우류 성장곡선의 변수 추정은 대롱수염새우가 10월 1일, 꽃새우와 민새우는 7월 1일에 산란한다고 가정하고(3.1 산란기 참조), 월별 채집된 갑각장 자료(대롱수염새우 2mm, 꽃새우와 민새우 1mm)를 Bhattacharya(1967)의 계군 분석법에 의해 모드를 분리하고, 분리된 모드의 평균 갑각장과 연령을 이용하여 von Bertalanffy 개체군 성장곡선의 변수를 비선형 변수 추정법에 적용하였다 (Pauly and Gaschütz, 1979). 그러나, 꽃새우는 Zoea 1기 유생크기를 0세 (Ronquillo and Saisho, 1995)의 크기로 하였고, 나머지 대롱수염새우와 민새우는 0세 크기를 0으로 하였다.

계절성장을 고려한 성장식은 다음과 같다.

$$L_t = L_\infty \left(1 - \exp^{-\{K(t-t_0) - (CK/2\pi)(\sin 2\pi)(t-ts)\}}\right) \quad (3\text{-}2)$$

L_∞는 이론적 최대체장, K는 성장계수, t_0는 갑각장이 0일 때의 이론적 연령이며, C (seasonal oscillation)는 계절에 의한 성장률을 감안한 변동계수이며, 진동성장을 시작하는 시점의 연령 t_s에서 0.5를 뺀 값으로 Winter Point(WP)를

구하였고, 암·수간 성장을 비교하기 위해 L_∞과 K값을 이용하여 Pauly and Munro(1984)의 방법에 따라 성장비교지수(Growth performances index, ϕ')를 구하였다.

$$\phi' = \log_{10} K + 2\log_{10} L_\infty \quad (3\text{-}3)$$

3. 사망계수 및 어획개시연령

순간 전사망계수(Z)와 어획개시연령(t_c)은 표본의 갑각장조성 자료와 von Bertalanffy 성장식(식 3-2)을 이용하여 Pauly(1984)의 방법으로 갑각장을 연령으로 변환하였다. 이 방법에서 완전가입연령 이상에 해당하는 연령조성 자료를 직선회귀시킨 후 순간 전사망계수(Z)를 식 (3-4)으로 추정하였다.

$$\ln \frac{C}{\Delta t} = c - Z(t + \frac{\Delta t}{2}) \quad (3\text{-}4)$$

여기서 C는 실제 어획개체수, t는 연령, Δt는 각각의 갑각장 계급에 해당되는 연령간의 차이, c는 상수를 나타낸다. 위에서 추정된 Z 값을 $CT=\Delta t \exp^{(c-Zt)}$에 대입하여 기대 어획개체수(CT)를 구하고 실제 어획개체수와의 비 SE=(C/CT)를 계산하였다.

이렇게 계산된 SE값을 식 (3-5)에 대입하였다.

$$\ln(\frac{1}{SE_t} - 1) = T_1 - T_2 t(\frac{L_1 + L_2}{2}) \quad (3\text{-}5)$$

여기서, L_1와 L_2는 갑갑장이고, T_1과 T_2는 상수다. 이에 따라 T_1과 T_2를 추정하여 $t_c=T_1/T_2$식에 의해 어획개시연령(t_c)를 추정하였다.

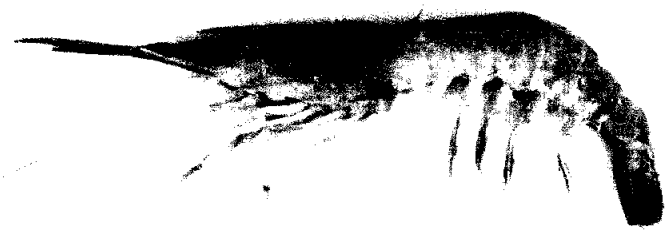
생잔률(S)은 순간 전사망계수를 이용한 $S=e^{-Z}$에서 추정하였다. 순간 자연사망계수(M)는 자연사망이 가입 이후 일어나는 어획사망을 제외한 다른 요인들에 기인된 사망으로 간주하고, 이입과 이출은 고려하지 않았다.

순간 자연사망계수(M)의 추정은 von Bertalanffy 성장식의 성장매개변수와 조사해역의 평균 수온(℃)을 이용하여 Pauly(1980) 방법으로 암·수별로 추정하였으며, Pauly(1980) 모델식은 다음과 같다.

$$\text{Log } M = -0.0066 - 0.279\log L_{\infty} + 0.6543\log K + 0.4634 \log \text{Tem.} \qquad (3\text{-}6)$$

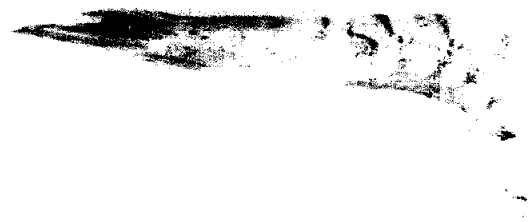
여기서, L_{∞}과 K는 성장매개변수, Tem.은 조사해역의 평균 수온(℃) 이다.

순간 어획사망계수(F)는 순간 전사망계수(Z)에서 순간 자연사망계수(M)를 뺀 값, 즉 $F=Z-M$으로 구하였다.



Solenocera melantho

Trachysalambria curvirostris



Parapenaeopsis tenella

Fig. 11. Photograph of main targeted shrimps by beam trawl fishing in Geomumdo islands.

3.3 결 과

1. 성숙과 산란

1) 대롱수염새우

(1) 산란기

1998년 11월부터 1999년 12월까지 암컷의 생식소 숙도지수 변화에서 12월부터 익년 5월까지는 평균 0.9~2.3 이하의 낮은 값을 보이다가, 8월 이후 5이상으로 증가하여 11월에 10.5로 가장 높은 값을 보였으며, 그 후 감소하여 12월에 2.1로 낮은 값을 보였다(Fig. 12). 난소 성숙상태는 11월부터 5월까지는 모두 미숙, 6월에 중숙의 개체가 나타났으며, 8월부터 나타난 완숙개체는 그 비율이 차츰 증가하여 10월과 11월에는 86.7%과 96.7%로 가장 높았고, 12월부터는 완숙 개체가 보이지 않았다(Fig. 13). 한편, 교미 개체의 월별 출현률은 1998년 11월부터 1999년 4월까지는 교미 개체가 나타나지 않았으나, 8월부터 11월까지 교미 개체가 출현하였고, 12월에는 나타나지 않았으며, 8월부터 11월까지에 나타난 교미 개체는 각각 전 개체의 83.3, 90.0, 96.7, 96.7%로 주 교미시기는 9~11월로 나타났다(Fig. 14). 이와 같이 숙도지수 변동, 월별 성 성숙도 및 월별 교미율 변동 결과를 종합한 결과, 대롱수염새우의 주 산란기는 9월부터 11월까지로 추정된다.

(2) 성숙도와 포란수

대롱수염새우 암컷의 체장별 성숙 단계에 의한 성숙도는 갑각장 18*mm* 이상의 개체에서 성숙한 난을 가진 개체가 나타나기 시작하였고, 30*mm* 이상의 개체에서는 모든 개체가 성숙한 난을 가졌거나 산란에 참여하였고, 군성숙갑각장은 20.3*mm*였다(Fig. 15a). 교미율에 의한 군성숙도의 체급별 변화는 18.7*mm* 이하 개체에서는 나타나지 않았으며, 26*mm* 이상의 모든 개체는 교미를 하였

거나 산란에 참여하였으며, 교미율에 의한 군성숙갑각장은 18.7*mm*였다(Fig. 15b). 교미율에 의한 50% 군성숙갑각장이 성숙 단계에 의한 50% 군성숙갑각장 보다 작은 개체에서 나타나는 것으로 보아 교미 후 성숙하는 것을 알 수 있다.

대롱수염새우의 포란수 범위는 약 94,400~405,200개로 나타났으며, 갑각장에 따른 절대포란수와 상대포란수를 조사한 결과, 절대포란수는 최소갑각장 20.0~25.0*mm* 범위에 속하는 개체에서는 포란수가 평균 87,600개였으며, 최대갑각장 40.0~45.0*mm* 범위에서는 평균 298,000개로 나타났다(Table 9). 그리고 갑각장 1*mm*당 상대포란수는 갑각장 20.0~25.0*mm* 범위의 개체에서는 포란수가 평균 3,500개였고, 40.0~45.0*mm*에서는 평균 6,900개로 계측되었다.

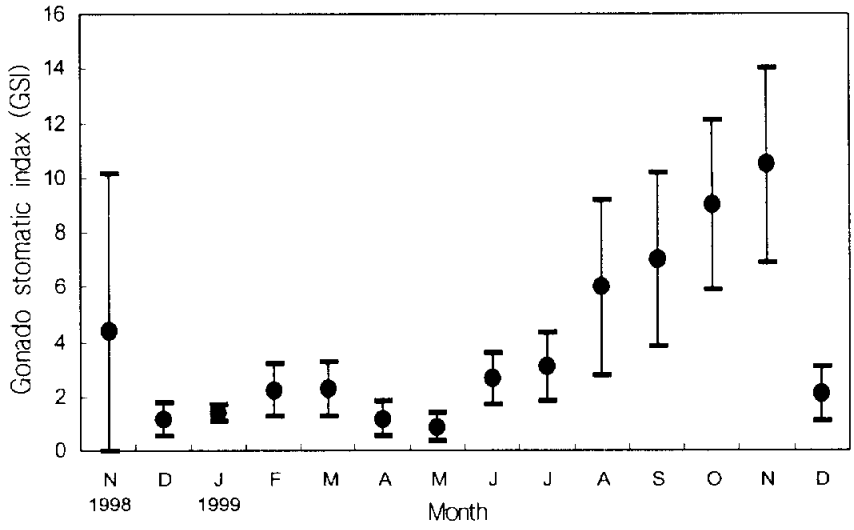


Fig. 12. Monthly changes in the GSI of female, *Solenocera melantho* during Nov. 1998~Dec. 1999. Closed circles indicate mean GSI, and vertical bars range between minimum values and maximum values of GSI.

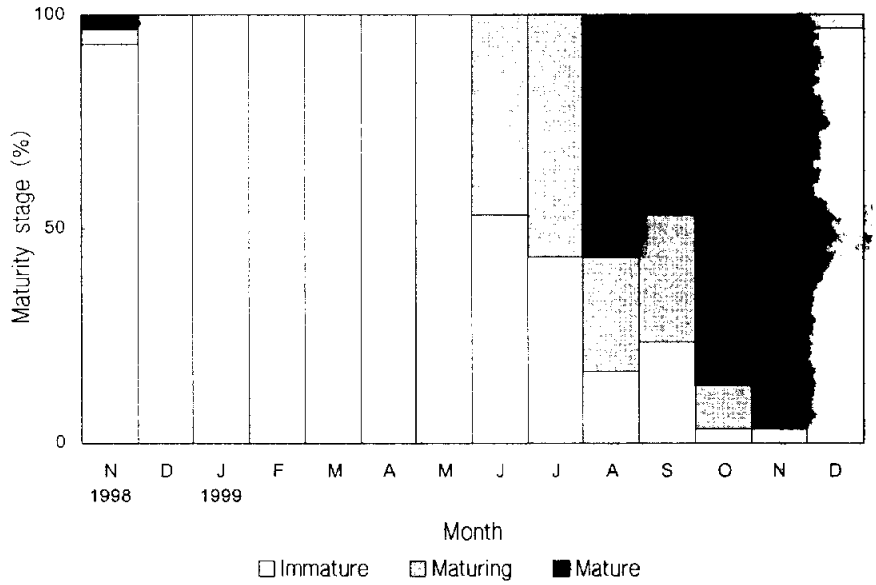


Fig. 13. Percentage of female *Solenocera melantho* with ovaries at different stages of maturity for each month during Nov. 1998~Dec. 1999.

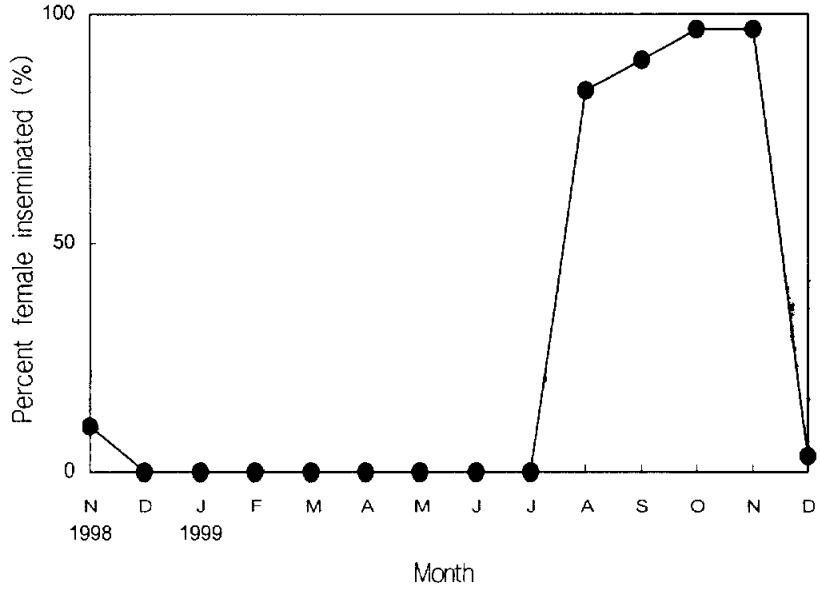


Fig. 14. Monthly variation of percentage frequency of inseminated female *Solenocera melantho* during Nov. 1998~Dec. 1999.

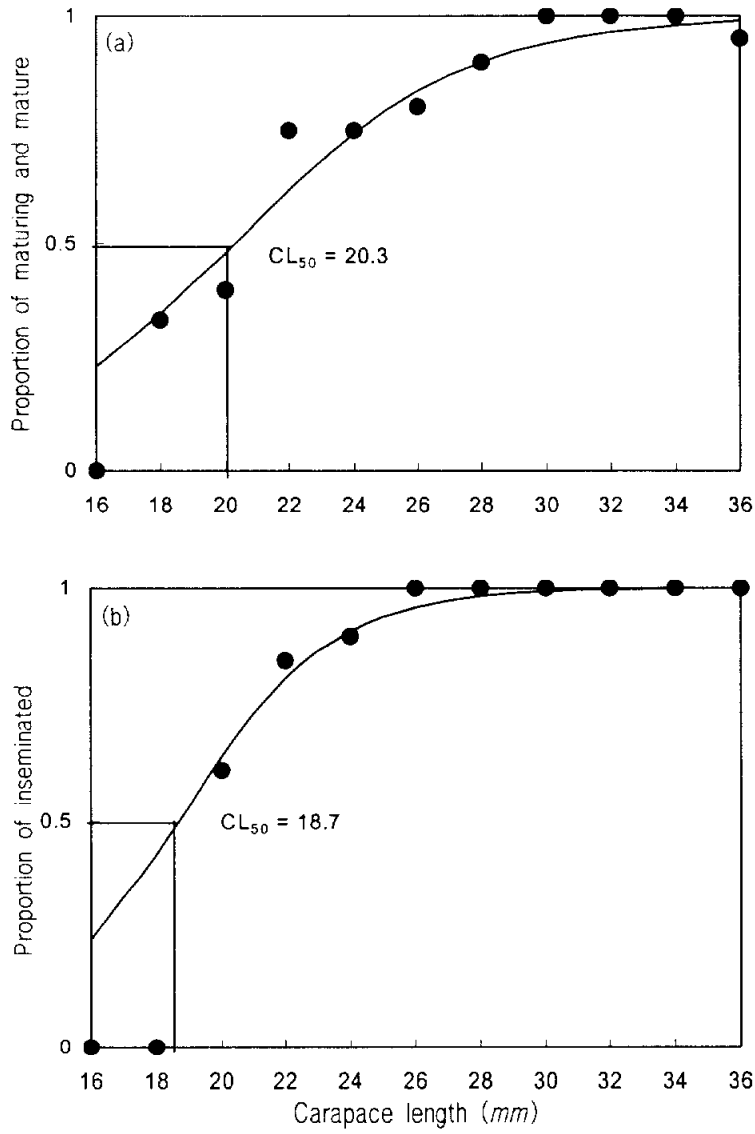


Fig. 15. Logistic function fitting to (a) the cumulative proportion of maturing and mature female *Solenocera melantho* and (b) the cumulative proportion of female inseminated. CL_{50}, which corresponds to each proportion of 0.5 (50% of females are mature), is indicated. Closed circles stand for measured values.

Table 9. Absolute fecundity and relative fecundity by carapace length of *Solenocera melantho*

Carapace length (*mm*)	Absolute fecundity	Relative fecundity (per *mm*)	n
20.0~25.0	87,600 (87,600)	3,500 (3,500)	1
25.0~30.0	116,000 (155,200~94,400)	4,300 (5,700~3,300)	9
30.0~35.0	147,000 (219,200~113,800)	4,600 (6,500~3,800)	6
35.0~40.0	235,700 (335,600~198,700)	6,200 (8,400~5,500)	10
40.0~45.0	298,000 (405,200~221,400)	6,900 (9,300~5,500)	3

n = number of individuals

2) 꽃새우

(1) 산란기

1998년 11월부터 1999년 10월까지 암컷의 생식소 숙도지수의 월별 평균값의 변화는 4월까지 평균 0.39~1.01 범위로 낮은 값을 보였으며, 6월부터 9월까지는 평균 5.8~6.1로 높은 값을 보였고, 10월 이후 다시 2 이하의 낮은 값을 보였다(Fig. 16). 암컷의 월별 난의 성숙 변화 양상을 보면 4월까지는 성숙한 난을 가진 개체가 출현하지 않았으나, 5월 이후 성숙한 난을 가진 개체가 출현하기 시작하여 7월에는 어획된 암컷의 80% 이상이 성숙한 난을 가졌고, 이후 성숙난의 출현비율이 낮아져 10월에는 모든 개체가 미성숙 단계로 나타났다(Fig. 17). 한편, 암컷 교미율의 월별 변화는 2월까지 채집된 모든 개체가 교미에 참여하지 않았으며, 3월 이후부터 교미한 개체가 출현하기 시작하였으며 7월과 8월에는 교미율이 96.6%로 대부분의 개체가 교미한 상태였고, 9월 이후 다시 감소하여 10월에는 교미율이 0%로 모든 개체가 교미하지 않은 상태였다(Fig. 18). 이와 같이 숙도지수 변동, 월별 성숙도 및 월별 교미율 변동 결과를 종합한 결과 꽃새우의 주 산란기는 6월부터 8월까지로 추정된다.

(2) 성숙도와 포란수

체급별 난의 성숙 단계에 의한 성 성숙은 갑각장 18*mm* 이상인 개체에서 성숙한 난을 가진 개체가 출현하기 시작하였고, 23*mm* 이상의 개체에서는 모든 개체가 성숙한 난을 가졌거나 산란에 참여하였고, 50% 군성숙갑각장은 18.9*mm*였다(Fig. 19a). 교미율에 의한 성숙도의 체급별 변화 양상은 18*mm*부터 교미한 개체가 출현하기 시작하여 26*mm* 이상의 모든 개체는 교미를 하였거나 산란에 참여하였으며, 50% 군성숙갑각장은 19.9*mm*였다(Fig. 19b). 성숙 단계에 의한 50% 군성숙갑각장이 교미율에 의한 50% 군성숙갑각장보다 작은 개체에

서 나타나는 것을 보아 성숙 후 교미하는 것을 알 수 있다. 꽃새우의 포란수 범위는 약 46,300~284,600개로 나타났으며, 갑각장에 따른 절대포란수와 상대포란수를 조사한 결과, 갑각장 17.0~20.0*mm* 범위에 속하는 개체의 절대포란수는 62,100개였으며, 29.0~32.0*mm*에서는 261,000개로 나타났고, 갑각장 1*mm* 당 상대포란수를 평균치로 나타내면 갑각장 17.0~20.0*mm* 범위에서 3,200개였고, 29.0~32.0*mm*에서는 8,700개로 계측되었다(Table 10).

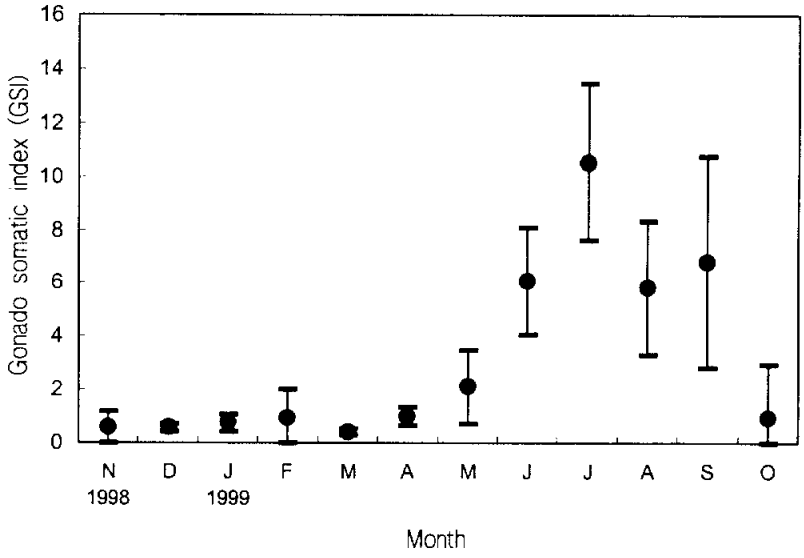


Fig. 16. Monthly changes in the GSI of female, *Trachysalambria curvirostris* during Nov. 1998~Dec. 1999. Closed circles indicate mean GSI, and vertical bars range between minimum values and maximum values of GSI.

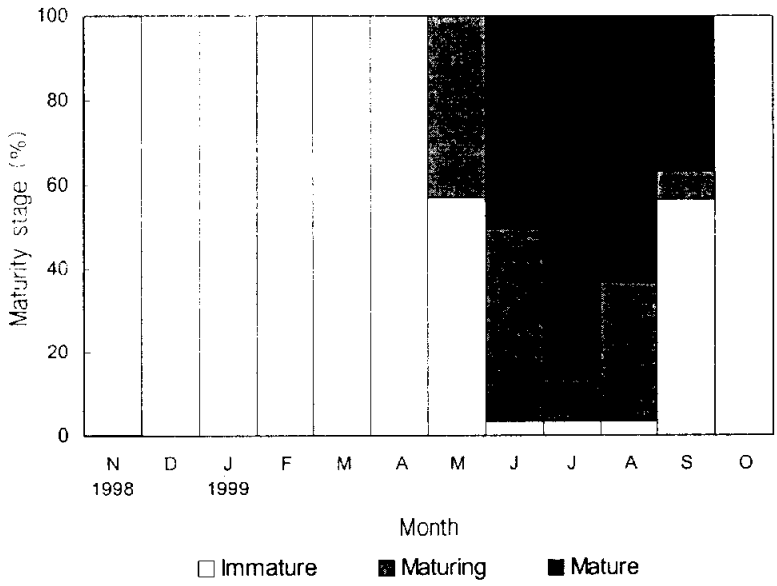


Fig. 17. Percentage of female *Trachysalambria curvirostris* with ovaries at different stages of maturity for each month during Nov. 1998~Dec. 1999.

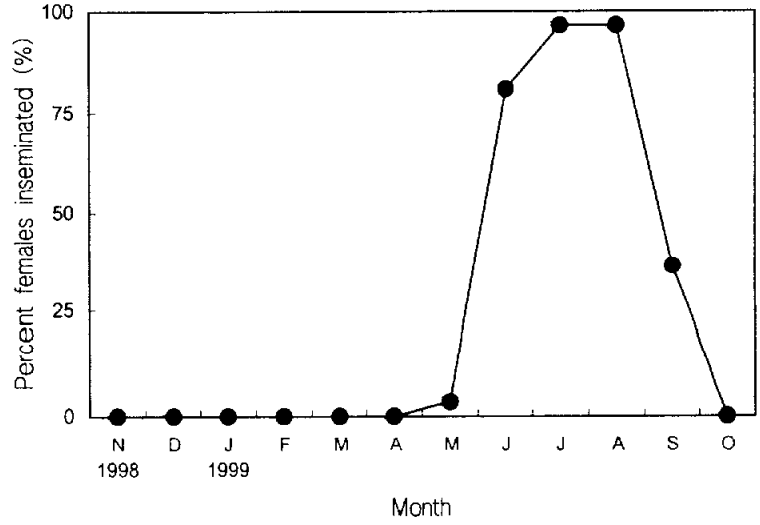


Fig. 18. Monthly variation of percentage frequency of inseminated female *Trachysalambria curvirostris* during Nov. 1998~Dec. 1999.

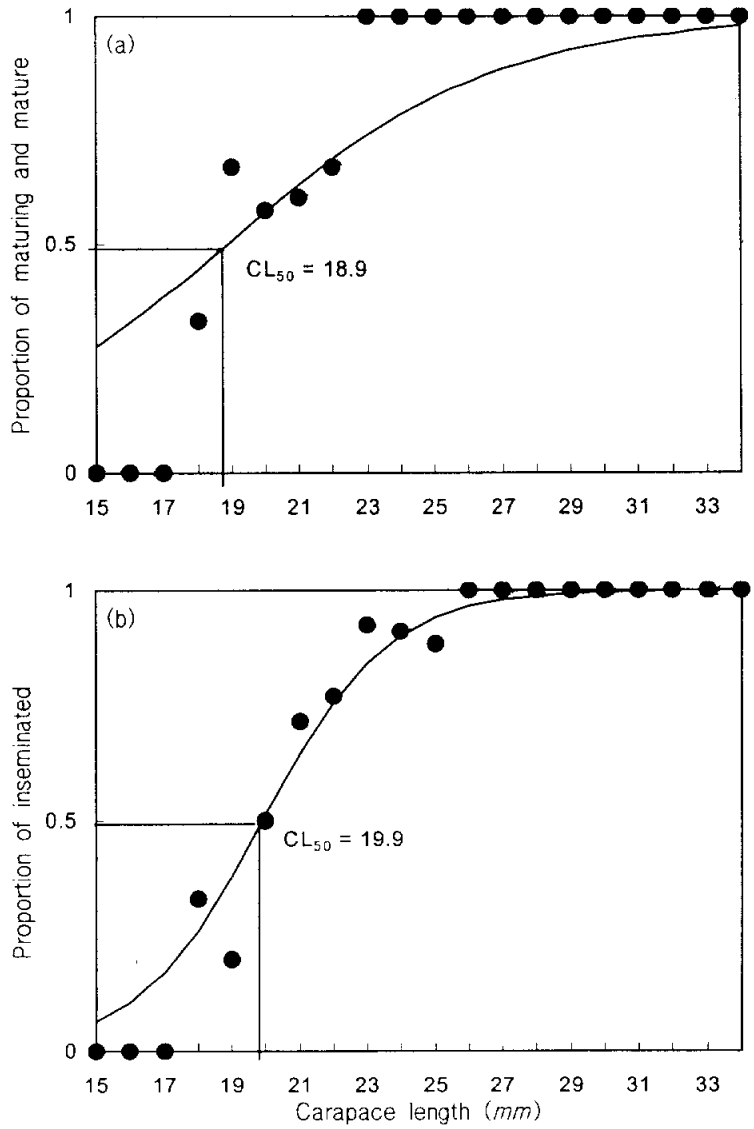


Fig. 19. Logistic functions fitting to (a) the cumulative proportion of maturing and mature female *Trachysalambria curvirostris* and (b) the cumulative proportion of females inseminated. CL_{50}, which corresponds to each proportion of 0.5(50% of female and mature), is indicated. Closed circles stand for measured values.

Table 10. Absolute fecundity and relative fecundity by carapace length of *Trachysalambria curvirostris*

Carapace length (*mm*)	Absolute fecundity	Relative fecundity (per *mm*)	n
17.0 ~ 20.0	62,100 (46,300 ~ 82,800)	3,200 (2,500 ~ 4,300)	5
20.0 ~ 23.0	118,300 (92,300 ~ 134,800)	5,600 (4,400 ~ 6,100)	7
23.0 ~ 26.0	159,200 (134,800 ~ 184,500)	6,500 (5,300 ~ 7,700)	8
26.0 ~ 29.0	208,100 (173,800 ~ 244,000)	7,600 (6,500 ~ 8,500)	5
29.0 ~ 32.0	261,000 (216,800 ~ 284,500)	8,700 (7,300 ~ 9,600)	3

n = number of individuals

3) 민새우

(1) 산란기

1998년 11월부터 1999년 10월까지 암컷의 생식소 숙도지수의 월별 변화에서 11월부터 익년 6월까지는 평균 1.0~1.7 범위로 낮은 값을 보였으며, 7월에 급격히 증가하여 10.1로 가장 높은 값을 보인 후 점차 감소하여 10월에 2.5로 낮은 값을 보였다(Fig. 20). 난소의 성숙상태는 11월부터 6월까지는 모두 미숙 상태였고, 7월에 100%로 완숙 상태를 보인 후, 9월과 10월에 완숙개체가 차지하는 비율이 감소하여, 11월부터는 완숙 상태 개체가 나타나지 않았다(Fig. 21). 한편, 교미 개체의 월별 출현율은 11월부터 6월까지는 교미 개체가 출현하지 않았으나, 7월부터 9월까지는 93.4~100.0%의 높은 값을 보인 후, 10월부터 교미 개체가 감소하여, 11월에는 나타나지 않았다. 주 교미시기는 7~9월로 나타났다(Fig. 22). 이와 같이 숙도지수 변동, 월별 성 성숙도 및 월별 교미율 변동 결과를 종합한 결과 민새우의 주 산란기는 7월부터 9월까지로 추정된다.

(2) 성숙도와 포란수

체급별 난의 성숙 단계에 의한 성 성숙은 11*mm*부터 성숙한 개체가 출현하기 시작하여 16*mm* 이상의 모든 개체는 성숙한 상태로 산란에 참여하였으며, 50% 군성숙갑각장은 12.5*mm*였다(Fig. 23a). 교미율에 의한 성 성숙은 11*mm*부터 교미한 개체가 출현하기 시작하여 13*mm*에서 62.0%, 15*mm*에서 92.0%, 16*mm* 이상의 모든 개체에서는 교미한 것으로 나타났고, 50% 군성숙갑각장은 12.3*mm*였다(Fig. 23b). 성숙 단계에 의한 50% 군성숙갑각장과 교미율에 의한 50% 군성숙갑각장에서 큰 차이는 없으나, 교미 후 성숙하는 것으로 나타났다.

민새우의 포란수 범위는 약 19,700~115,200개로 계측되었으며, 갑각장에 따른 절대포란수와 상대포란수를 조사한 결과, 절대포란수는 갑각장 11.0~

13.0*mm* 범위에서 평균 20,800개, 19.0~21.0*mm* 범위에서 평균 112,000개로 나타났고, 갑각장 1*mm*당 상대포란수는 갑각장 11.0~13.0*mm*에서 평균 1,800개였고, 19.0~21.0*mm*에서 평균 5,700개로 계측되었다(Table 11).

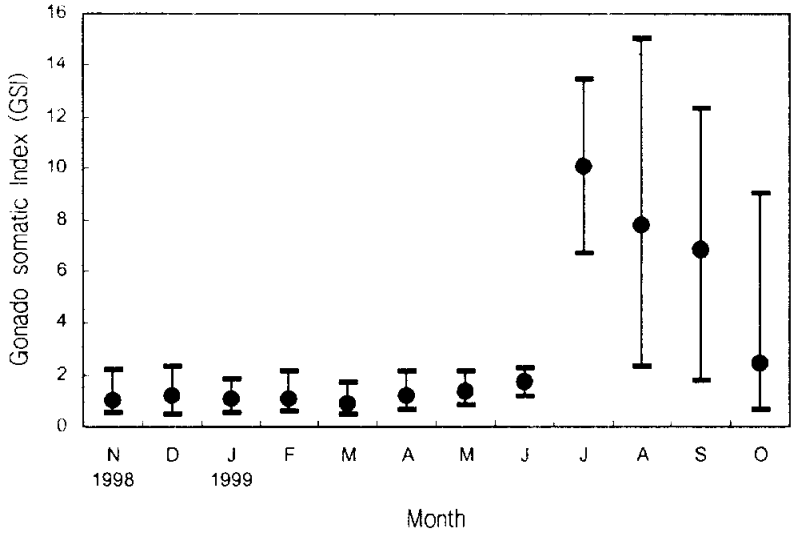


Fig. 20. Monthly changes in the GSI of female, *Parapenaeopsis tenella* during Nov. 1998~Dec. 1999. Closed circles indicate mean GSI, and vertical bars range between minimum values and maximum values of GSI.

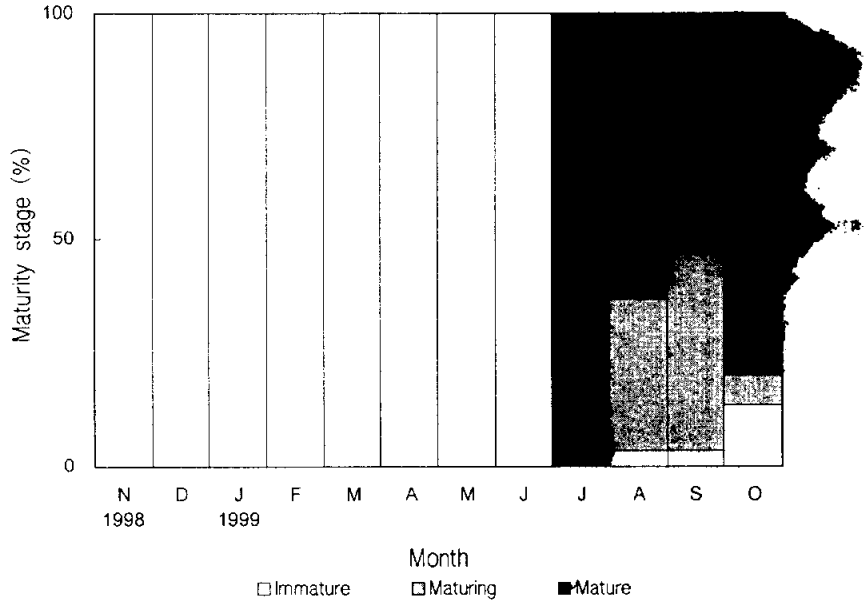


Fig. 21. Percentage of female *Parapenaeopsis tenella* with ovaries at different stages of maturity for each month during Nov. 1998~Dec. 1999.

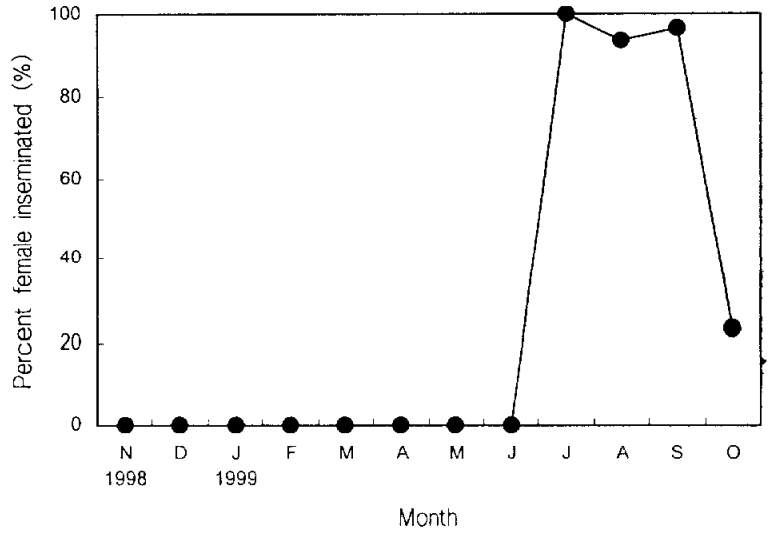


Fig. 22. Monthly variation of percentage frequency of inseminated female *Parapenaeopsis tenella* during Nov. 1998~Dec. 1999.

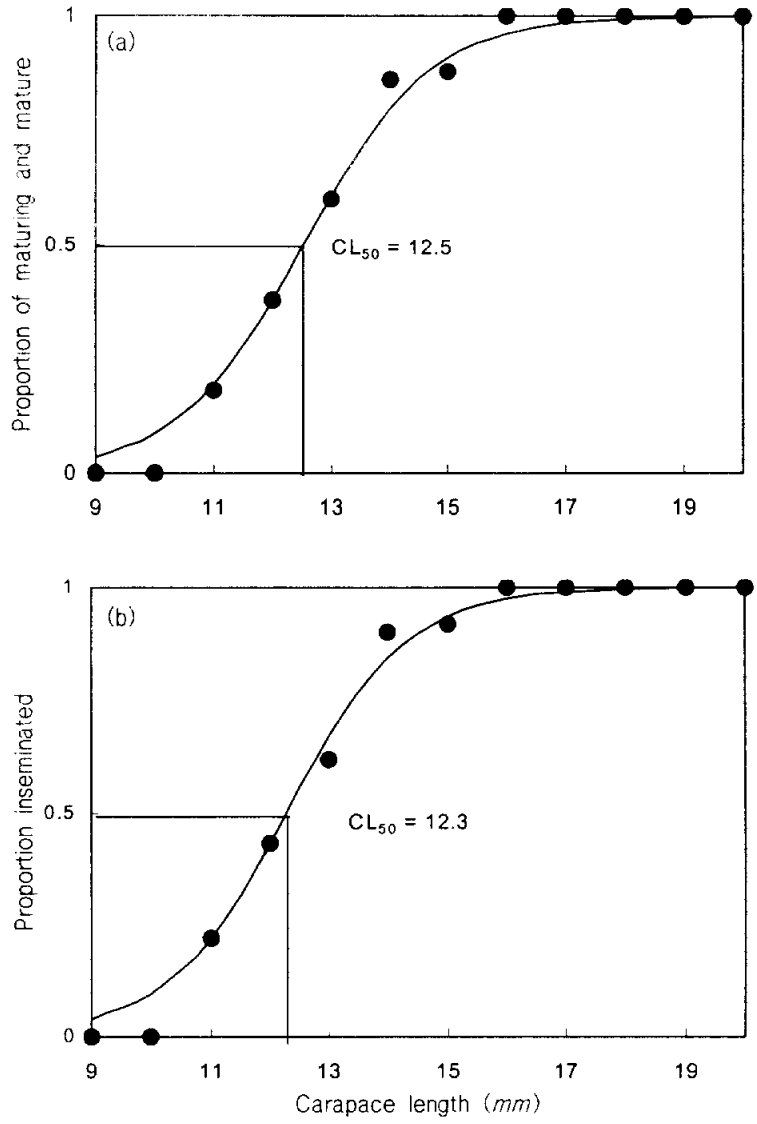


Fig. 23. Logistic functions fitting to (a) the cumulative proportion of maturing and mature female *Parapenaeopsis tenella* and (b) the cumulative proportion of females inseminated. CL_{50}, which corresponds to each proportion of 0.5(50% of female and mature), is indicated. Closed circles stand for measured values.

Table 11. Absolute fecundity and relative fecundity by carapace length of *Parapenaeopsis tenella*

Carapace length (*mm*)	Absolute fecundity	Relative fecundity (per *mm*)	n
11.0~13.0	20,900 (19,700~22,000)	1,800 (1,600~1,800)	2
13.0~15.0	31,500 (23,300~37,900)	2,400 (1,800~2,700)	5
15.0~17.0	54,300 (38,400~70,600)	3,400 (2,200~4,200)	14
17.0~19.0	73,800 (54,100~94,600)	4,100 (3,100~5,200)	9
19.0~21.0	112,000 (107,700~115,200)	5,700 (5,600~5,700)	3

n = number of individuals

2. 연령과 성장

1) 대롱수염새우

(1) 체장조성 및 성비

대롱수염새우의 갑각장에 의한 월별조성 변화를 암·수별로 살펴보면(Fig 24), 암컷은 6월에 전년도 추계에 발생한 평균 갑각장 23.3*mm*의 새로운 가입군이 출현하여 12월에 31.3*mm*까지 빠른 성장을 보이고, 1월부터 느린 성장을 보이다가 6월부터 다시 빠른 성장을 보이면서 10월부터는 점차 소멸하는 것으로 나타났다. 수컷도 7월에 전년도 추계에 발생한 평균 갑각장 19.1*mm* 새로운 가입군이 출현하여 12월에 25.7*mm*까지 성장하여 1월부터 3월까지는 성장을 멈추었으며, 4월부터 느린 성장을 보이면서, 8~9월에 새로운 가입군과 혼합되면서 소멸하는 것으로 나타났다(Table 12, Fig. 24).

어획된 대롱수염새우의 성비는 총 2,023마리 중 암컷이 55.9%(1,130마리), 수컷이 44.1%(893마리)로 나타남으로서 평균 성비는 암컷이 수컷보다 조금 높게 나타났다($p<0.05$).

(2) 성장

월별 평균 갑각장(Table 12)과 10월 산란기(Figs. 12~14)를 기준으로 (3-2)식을 이용하여 추정한 계절을 고려한 von Bertalanffy의 성장식에서 성장계수(K)는 암컷 1.02/년와 수컷 1.85/년이고, 이론적 최대 갑각장(L_∞)은 암컷 43.78 *mm*, 수컷 27.50*mm*였다. 성장비교지수(φ')는 암컷이 3.29, 수컷이 3.15으로 암컷이 수컷에 비해 성장이 빠른 것으로 나타났고, 계절별 성장 변화율(C)은 암·수 각각 0.34과 1.00으로 수컷이 크게 나타났으며, 성장이 가장 느린 시기인 동계점(WP)은 암·수 모두 1.22인 1월로 추정되었다(Table 13, Fig. 25).

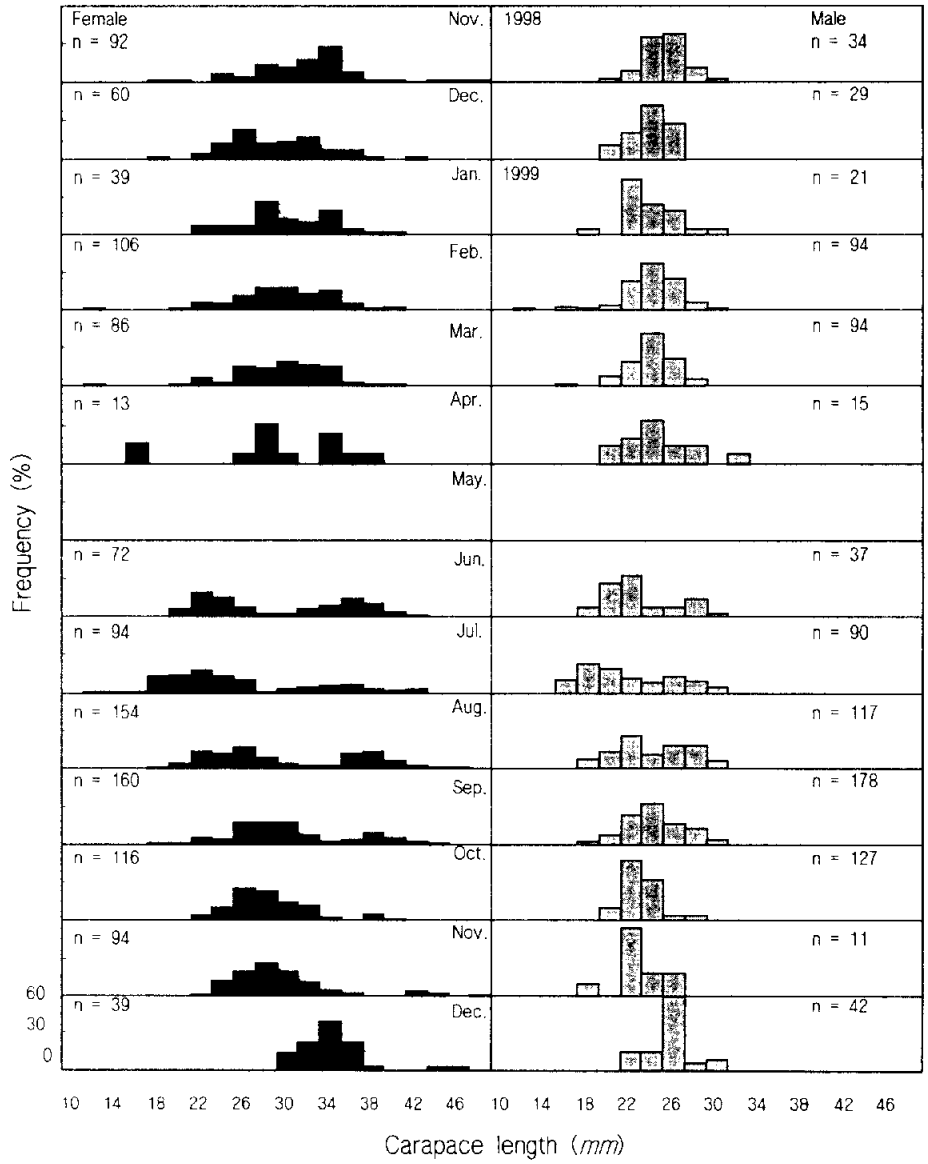


Fig. 24. Monthly size-frequency histograms for *Solenocera melantho* sampled between Nov. 1998 and Dec. 1999. Males and female were grouped into 2 *mm* CL size classes.

Table 12. Length-at-age of *Solenocera melantho* in both sexes in Geomumdo Islands

Sampling time	Age(year)	Average length (*mm*)	
		Female	Male
Nov. 1998.	1.08	31.52	25.15
Dec.	1.17	33.98	24.19
Jan. 1999.	1.25	30.56	24.62
Feb.	1.33	29.37	24.37
Mar.	1.42	30.00	24.24
Apr.	1.50	31.67	23.94
May	-	-	-
Jun.	0.67	23.32	22.00
Jun.	1.67	35.56	27.00
Jul.	0.75	22.30	19.10
Jul.	1.75	34.03	27.09
Aug.	0.83	25.00	21.35
Aug.	1.83	38.20	27.26
Sep.	0.92	28.87	23.54
Sep.	1.92	38.99	26.98
Oct.	1.00	27.27	22.70
Oct.	2.00	37.00	-
Nov.	1.08	27.90	21.00
Nov.	2.08	41.00	-
Dec.	1.17	31.34	25.72

※ Birth-date was assumed on 1st. October.

Table 13. Growth parameters of females and males, *Solenocera melantho* estimated by nonlinear regression analysis: L_∞, asymptonic carapace length (mm); K, growth coefficient(yr^{-1}); C, amplitude of growth oscillation; t_s, the age at the beginning of growth oscillation; WP: winter point; φ', growth performances index: t_0, the origin of growth curve

Parameters	Female	Male
L_∞	43.78	27.50
K	1.02	1.85
t_0	0.00	0.00
C	0.34	1.00
WP	1.22	1.22
t_s	0.72	0.72
φ'	3.29	3.15
r^2	0.97	0.97

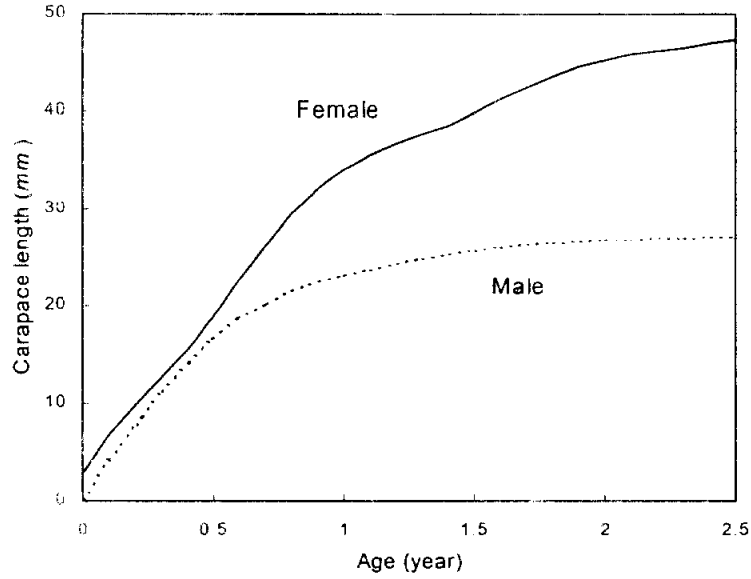


Fig. 25. A seasonal growth curves of *Solenocera melantho* female and males based on modified VBGF parameters(from Table 13).

(3) 체장 · 체중 관계

대롱수염새우의 갑각장(CL)과 체중(W) 간의 관계는 암 · 수 각각 $W=0.008CL^{2.261}$ ($R^2=0.859$), $W=0.003CL^{2.594}$ ($R^2=0.834$)로 나타났으며(Fig. 26), 암 · 수간의 두 회귀식의 비교(Zar, 1984)에서 위치의 차가 있으므로($P<0.05$) 암 · 수간에 갑각장에 대한 체중의 성장이 서로 다른 것으로 나타났다.

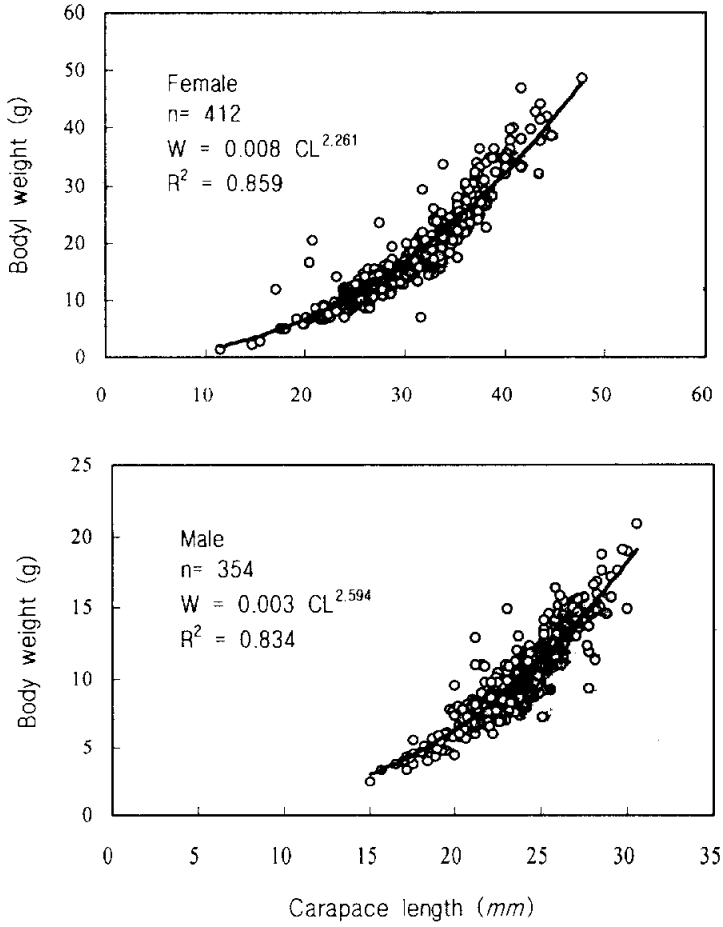


Fig. 26. Relationship between the carapace length and the body weight of female and male *Solenocera melantho*.

2) 꽃새우

(1) 체장조성 및 성비

꽃새우의 갑각장에 의한 월별조성 변화를 암·수별로 살펴보면(Fig. 27), 암컷은 하계에 발생한 15.0*mm*의 새로운 가입군이 9월에 출현하여 12월에 21.5*mm*까지 빠른 성장을 보이고, 1월부터 아주 느린 성장을 보이다가 8월부터 다시 성장이 빨라져 9월에 최대치인 26.4*mm* 보이면서 점차 소멸하는 것으로 나타났다. 수컷도 하계에 발생한 12.9*mm*의 새로운 가입군이 9월에 출현하여 12월에 16.4*mm*까지 성장하고, 1월부터 아주 느린 성장을 보이다가 8월부터 다시 성장이 빨라져 9월에 최대치인 18.84*mm* 보인 후 10월에 소멸하였다(Table 14, Fig. 27).

어획된 꽃새우의 성비는 총 2,534마리 중 암컷이 48.6%(1,232마리), 수컷은 51.4%(1,302마리)으로 나타남으로서 암컷과 수컷의 평균 성비 차이는 없는 것으로 나타났다($p>0.05$).

(2) 성장

월별 평균 갑각장과 7월 산란기(Figs. 16~18)를 기준으로 (3-2)식을 이용하여 추정한 계절을 고려한 von Bertalanffy의 성장식에서 von Bertalanffy 성장식의 성장계수(K)는 암컷 1.40/년, 수컷 2.00/년이고, 이론적 최대 갑각장(L_∞)은 암컷 29.54*mm*, 수컷 18.95*mm*였다. 성장비교지수(φ')는 암컷이 3.08, 수컷이 2.86으로 암컷이 수컷에 비해 성장이 빠른 것으로 나타났고, 계절별 성장 변화율(C)은 암·수 각각 1.18과 1.34로 거의 차이가 없는 것으로 나타났으며, 성장이 가장 느린 시기인 동계점(WP)은 0.73, 0.70으로 암·수 모두 4월로 추정되었다 (Table 15, Fig. 28).

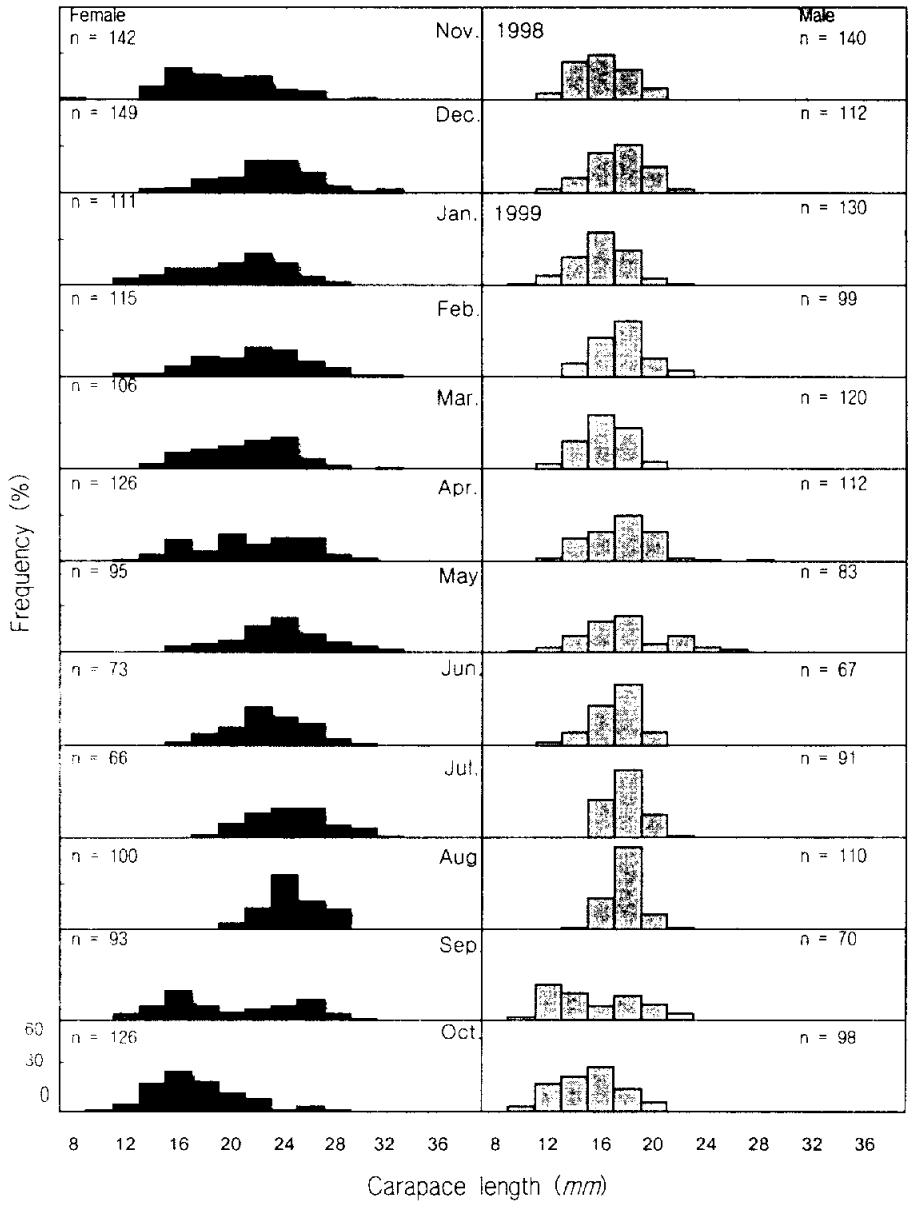


Fig. 27. Monthly size-frequency histograms for *Trachysalambria curvirostris* sampled between Nov. 1998 and Oct. 1999. Males and females were grouped into 2 *mm* CL size classes.

Table 14. Length-at-age of *Trachysalambria curvirostris* in both sexes in Geomumdo Islands

Sampling time	Age(year)	Average length (*mm*)	
		Female	Male
Nov. 1998.	0.427	19.06	14.85
Dec.	0.50	21.54	16.43
Jan. 1999.	0.58	20.69	15.00
Feb.	0.677	21.40	16.77
Mar.	0.75	21.43	15.00
Apr.	0.83	21.36	16.31
May	0.92	22.58	16.00
Jun.	1	21.72	16.15
Jul.	1.08	23.42	16.73
Aug.	1.17	23.73	16.48
Sep.	0.25	15.02	12.91
Sep.	1.25	26.44	18.81
Oct.	0.33	16.02	14.50

※ Birth-date was assumed on 1st. July.

Table 15. Growth parameters of females and males *Trachysalambria curvirostris* estimated by nonlinear regression analysis. L_∞: asymptonic length (*mm*); *K*: growth coefficient (yr^{-1}); C: amplitude of growth oscillation; t_s, the age at the beginning of growth oscillation; WP: winter point; φ' : growth performances index; t_0: the origin of growth curve

Parameters	Female	Male
L_∞	29.54	18.95
K	1.40	2.00
t_0	0.20	0.22
C	1.18	1.34
WP	0.73	0.70
t_s	0.23	0.20
φ'	3.08	2.86
r^2	0.97	0.97

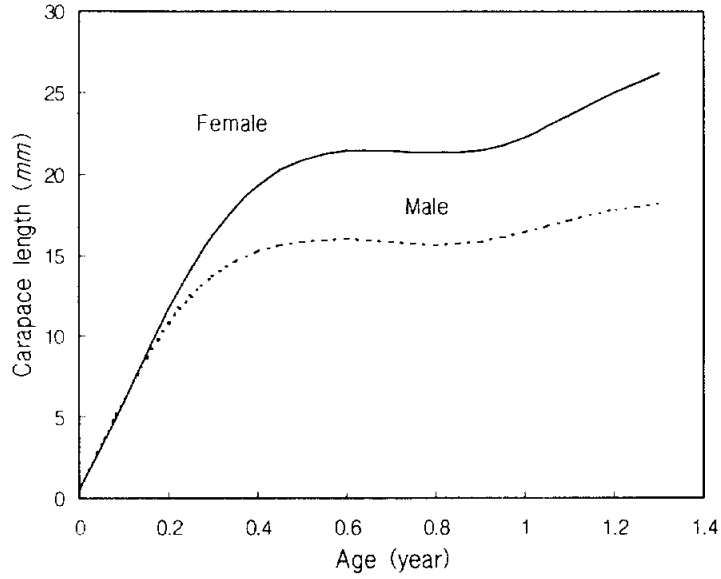


Fig. 28. A seasonal growth curves of *Trachysalambria curvirostris* females and males based on the modified VBGF parameters(from Table 15).

(3) 체장 · 체중 관계

꽃새우의 갑각장(CL)과 체중(W) 간의 관계는 암 · 수 각각 $W=0.006CL^{2.395}$ ($R^2=0.932$), $W=0.004CL^{2.455}$ ($R^2=0.846$)로 나타났으며(Fig. 29), 암 · 수간의 두 회귀식의 비교(Zar, 1984)에서 위치의 차가 없으므로($P>0.05$) 암 · 수간에 갑각장에 대한 체중의 성장이 서로 유사한 것으로 나타났다.

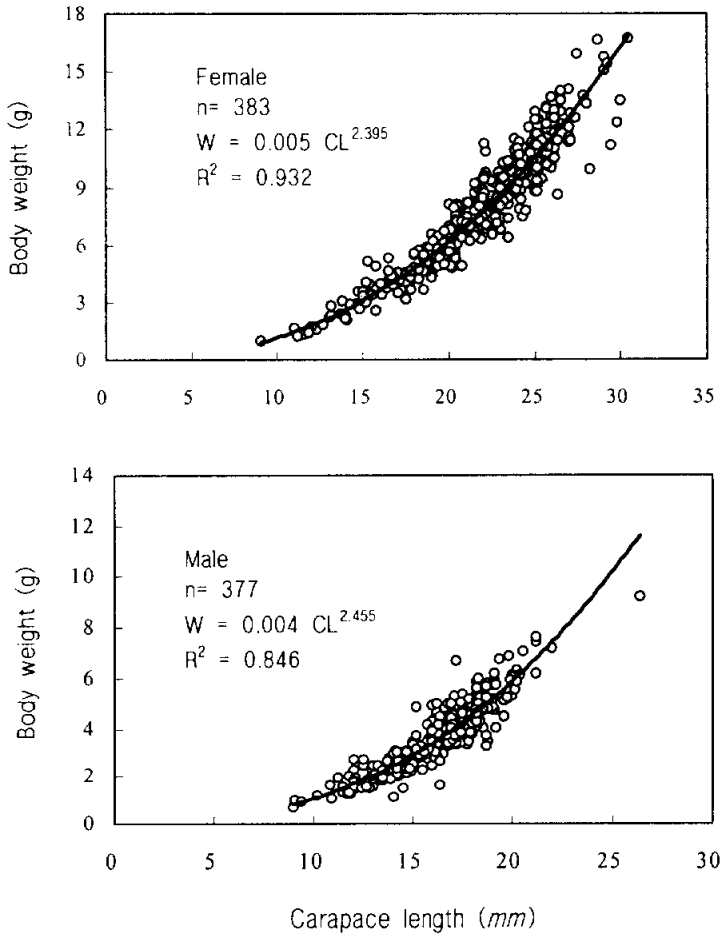


Fig. 29. Relationship between the carapace length and the body weight of female and male *Trachysalambria curvirostris*.

3) 민새우

(1) 체장조성 및 성비

민새우의 갑각장에 의한 월별조성 변화를 암·수별로 살펴보면(Fig. 30), 암컷은 하계에 발생한 10.0*mm*의 새로운 가입군이 10월에 출현하여 이듬해 5월에 11.3*mm*까지 느린 성장을 보이고, 6월부터 다시 성장이 빨라져 10월에 최대치인 18.5*mm* 보인 후 소멸하는 것으로 나타났다. 수컷도 하계에 발생한 7.9*mm*의 새로운 가입군이 10월에 출현하여 이듬해 5월에 9.4*mm*까지 느린 성장을 보이고, 6월부터 다시 성장이 빨라져 9월에 최대치인 11.9*mm*를 보인 후 10월부터 점차 소멸하는 것으로 나타났다(Table 16, Fig. 30).

1998년 11월부터 1999년 10월까지의 어획된 민새우는 총 1,877마리로 그 중 암컷이 67.5%(1,267마리), 수컷은 32.5%(610마리)로 나타남으로서 평균 성비는 암컷이 수컷보다 높게 나타났다($p<0.05$).

(2) 성장

월별 평균 갑각장(Table 16)과 7월 산란기(Figs. 20~22)를 기준으로 (3-2)식을 이용하여 추정한 계절을 고려한 von Bertalanffy의 성장식에서 성장계수(K)는 암컷 1.22/년와 수컷 2.00/년이고, 이론적 최대 갑각장(L_∞)은 암컷 22.00*mm*, 수컷 12.66*mm*였다. 성장비교지수 (φ')는 암컷이 2.77, 수컷이 2.51으로 암컷이 수컷에 비해 성장이 빠른 것으로 나타났고, 계절별 성장 변화율(C)은 암·수 각각 1.46과 1.00으로 약간의 차이가 있는 것으로 나타났으며, 성장이 가장 느린 시기인 동계점(WP)은 0.53, 0.50으로 암·수 모두 2월로 추정되었다 (Table 17, Fig. 31).

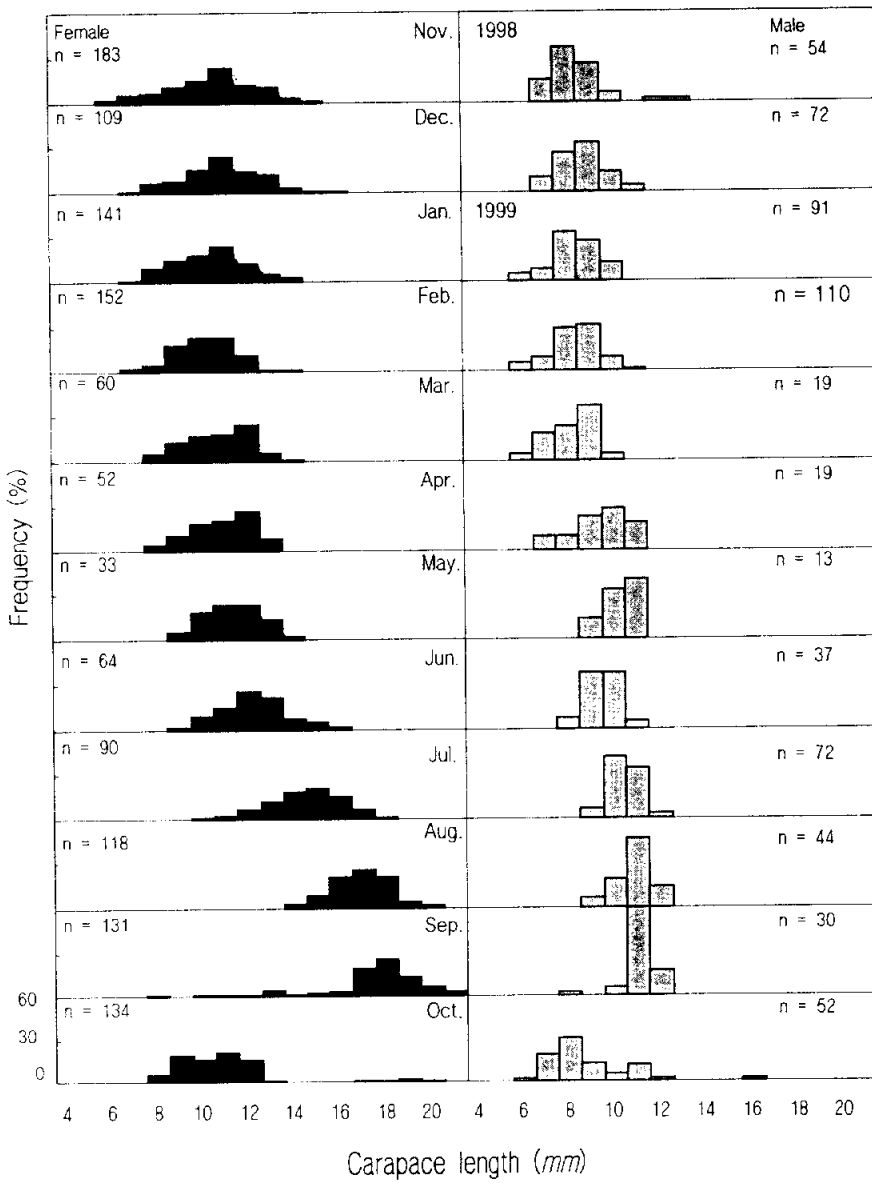


Fig. 30. Monthly size-frequency histograms for *Parapenaeopsis tenella* sampled monthly between Nov. 1998 and Oct. 1999. Males and females were grouped into 1 *mm* CL size classes.

Table 16. Length-at-age of *Parapenaeopsis tenella* in both sexes in Geomumdo Islands

Sampling time	Age(year)	Average length (*mm*)	
		Female	Male
Nov. 1998.	0.33	10.60	8.27
Dec.	0.42	11.00	8.61
Jan. 1999.	0.50	10.78	8.54
Feb.	0.58	10.20	8.00
Mar.	0.67	10.49	9.85
Apr.	0.75	10.88	10.75
May	0.83	11.29	9.43
Jun.	0.92	12.25	9.43
Jul.	1.00	14.06	10.38
Aug.	1.08	16.78	10.73
Sep.	1.17	18.21	11.15
Oct.	1.25	18.50	10.85
Oct.	0.25	10.10	7.94

※ Birth-date was assumed on 1st. July.

Table 17. Growth parameters of females and males *Parapenaeopsis tenella* estimated by nonlinear regression analysis: L_∞: asymptotic length (*mm*); *K*: growth coefficient (yr^{-1}); C: amplitude of growth oscillation; t_s, the age at the beginning of growth oscillation; WP: winter point; φ' : growth performances index; t_0: the origin of growth curve

Parameters	Female	Male
L_∞	22.00	12.66
K	1.22	2.00
t_0	0.00	0.00
C	1.46	1.00
WP	0.53	0.50
t_s	0.03	0.00
φ'	2.77	2.51
r^2	0.97	0.98

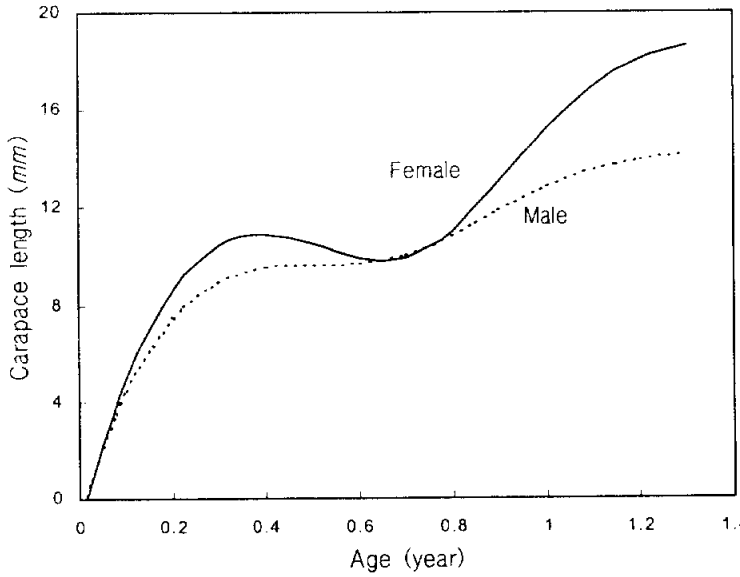


Fig. 31. A seasonal growth curves for *Parapenaeopsis tenella* females and males based on the modified VBGF parameters(from Table 17).

(3) 체장 · 체중 관계

민새우의 갑각장(CL)과 체중(W) 간의 관계는 암 · 수 각각 $W=0.008CL^{2.261}$ ($R^2=0.859$), $W=0.003CL^{2.594}$ ($R^2=0.834$)로 나타났으며(Fig. 32), 암 · 수간의 두 회귀식의 비교(Zar, 1984)에서 위치의 차가 있으므로($P<0.05$) 암 · 수간의 갑각장에 대한 체중의 성장이 서로 다른 것으로 나타났다.

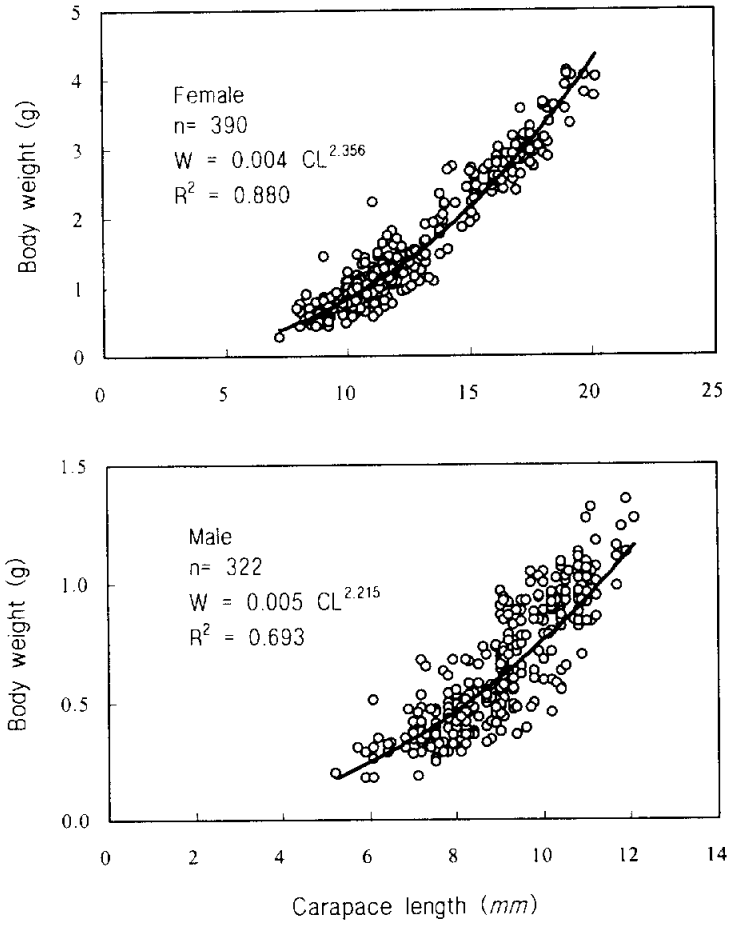


Fig. 32. Relationship between the carapace length and the body weight of female and male *Parapenaeopsis tenella*.

2. 사망계수와 어획개시 연령

1) 대롱수염새우

시험조업에서 어획된 대롱수염새우의 갑각장 조성자료를 어획물 곡선법에 적용하여 추정한 암·수별 자원생태학적 특성치는 Table 18와 같다. 순간 전사망계수(Z)는 암·수컷이 각각 1.87/년, 2.93/년, 생잔율(S)는 암·수컷 각각 0.15/년, 0.05/년으로 추정되었다. von Bertalanffy 성장식의 성장매개변수와 서식수온을 사용하여 (3-6)식에 의거 추정된 Pauly(1980)방법에 의한 대롱수염새우의 순간 자연사망계수(M)는 암·수컷이 각각 1.22/년, 2.06/년이었고, 순간 어획사망계수(F)는 암·수컷이 각각 0.87/년, 0.65/년으로 추정되었다.

시험조업에서 어획된 대롱수염새우의 어획개시연령(t_c)은 어획된 개체수의 50%에 해당하는 대롱수염새우 갑각장을 연령으로 추정한 것으로, 계산된 가입연령은 암컷 0.67세, 수컷 0.73세로 추정되었다(Fig. 33).

Table 18. Estimates of instantaneous coefficient of total mortality (Z), survival rates (S), natural mortality (M), fishing mortality (F) and age at first capture (t_c) of *Solenocera melantho* in Geomumdo Islands, the Southern Sea of Korea

Parameters	Female	Male
Z/yr	1.87	2.93
S/yr	0.15	0.05
M/yr	1.22	2.06
F/yr	0.65	0.87
t_c /yr	0.67	0.73

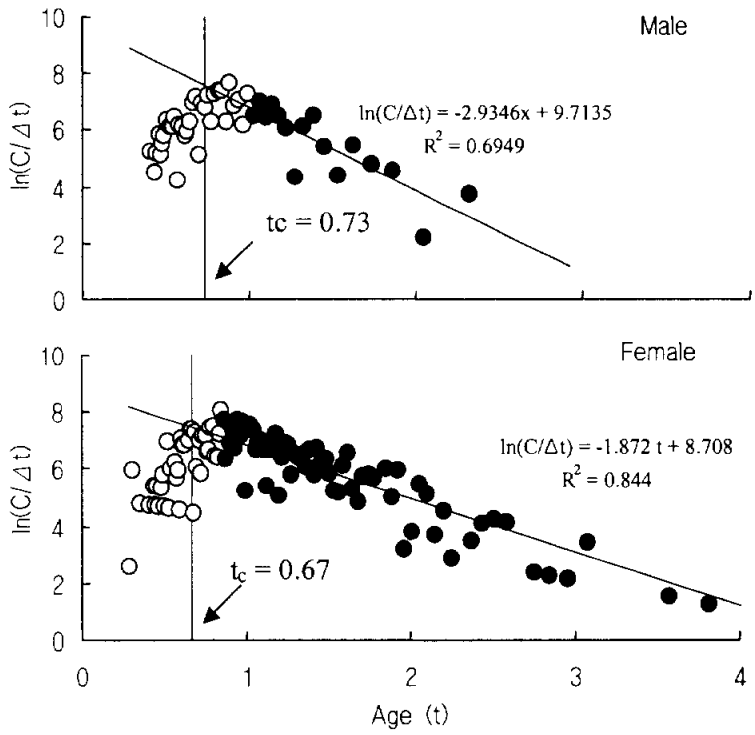


Fig. 33. Selection ogive and estimates of age at first capture of *Solenocera melantho* from carapace length converted catch curve analysis using the Pauly method (1984).

2) 꽃새우

시험조업에서 어획된 꽃새우의 갑각장 조성자료를 어획물 곡선법에 적용하여 추정한 암·수별 자원생태학적 특성치는 Table 19와 같다. 순간 전사망계수(Z)는 암·수컷이 각각 2.85/년, 2.75/년, 생잔율(S)는 암·수컷이 각각 0.06/년, 0.06/년으로 추정되었다. von Bertalanffy 성장식의 성장매개변수와 서식수온을 사용하여 (3-6)식에 의거 추정된 Pauly(1980)방법에 의한 꽃새우의 순간 자연사망계수(M)는 암·수컷이 각각 1.67/년, 2.40/년이었고, 순간 어획사망계수(F)는 암·수컷이 각각 1.18/년, 0.35/년으로 추정되었다.

시험조업에서 어획된 꽃새우의 어획개시연령(t_c)은 어획된 개체수의 50%에 해당하는 꽃새우 갑각장을 연령으로 추정한 것으로, 계산된 가입연령은 암컷 0.47세, 수컷 0.41세로 추정되었다(Fig. 34).

Table 19. Estimates of instantaneous coefficient of total mortality (Z), survival rates (S), natural mortality (M), fishing mortality (F) and age at first capture (t_c) of *Trachysalambria curvirostris* in Geomumdo Islands, the Southern Sea of Korea

Parameters	Female	Male
Z/yr	2.85	2.75
S/yr	0.06	0.06
M/yr	1.67	2.40
F/yr	1.18	0.35
t_c/yr	0.47	0.41

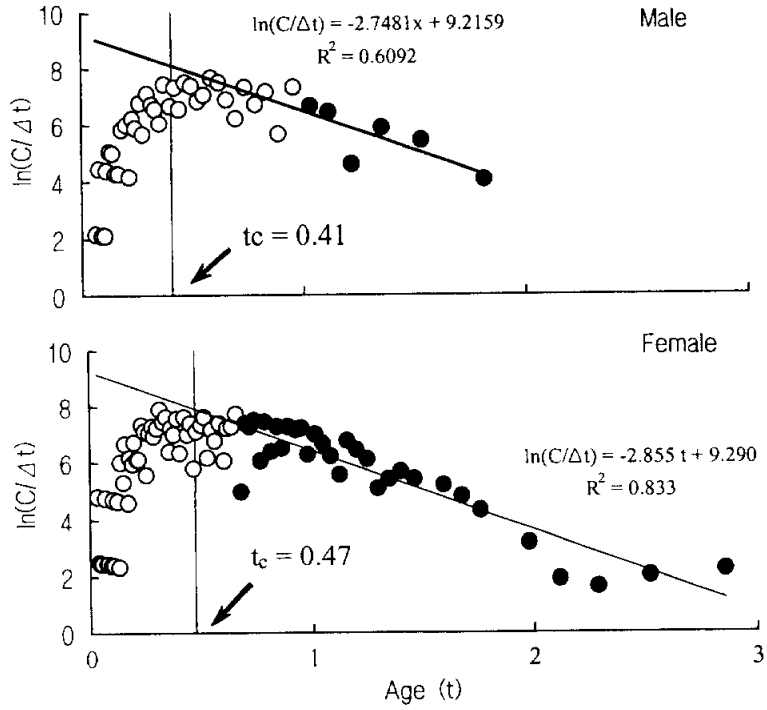


Fig. 34. Selection ogive and estimates of age at first capture of *Trachysalambria curvirostris* from carapace length converted catch curve analysis using the Pauly method (1984).

3) 민새우

시험조업에서 어획된 민새우의 갑각장 조성자료를 어획물 곡선법에 적용하여 추정한 암·수별 자원생태학적 특성치는 Table 20과 같다. 순간 전사망계수(Z)는 암·수컷이 각각 2.55/년, 4.88/년, 생잔율(S)은 암·수컷 각각 0.08/년, 0.01/년으로 추정되었다. von Bertalanffy 성장식의 성장매개변수와 서식수온을 사용하여 (3-6)식에 의거 추정된 Pauly(1980)방법에 의한 민새우의 순간 자연사망계수(M)는 암·수컷이 각각 1.66/년, 2.68/년이었고, 순간 어획사망계수(F)는 암·수컷이 각각 0.89/년, 2.20/년으로 추정되었다.

시험조업에서 어획된 민새우의 어획개시연령(t_c)은 어획된 개체수의 50%에 해당하는 민새우 갑각장을 연령으로 추정한 것으로, 계산된 가입연령은 암컷 0.35세, 수컷 0.46세로 추정되었다(Fig. 35).

Table 20. Estimates of instantaneous coefficient of total mortality (Z), survival rates (S), natural mortality (M), fishing mortality (F) and age at first capture (t_c) of *Parapenaeopsis tenella* in Geomumdo Islands, the Southern Sea of Korea

Parameters	Female	Male
Z/yr	2.55	4.88
S/yr	0.08	0.01
M/yr	1.66	2.68
F/yr	0.89	2.20
t_c/yr	0.35	0.46

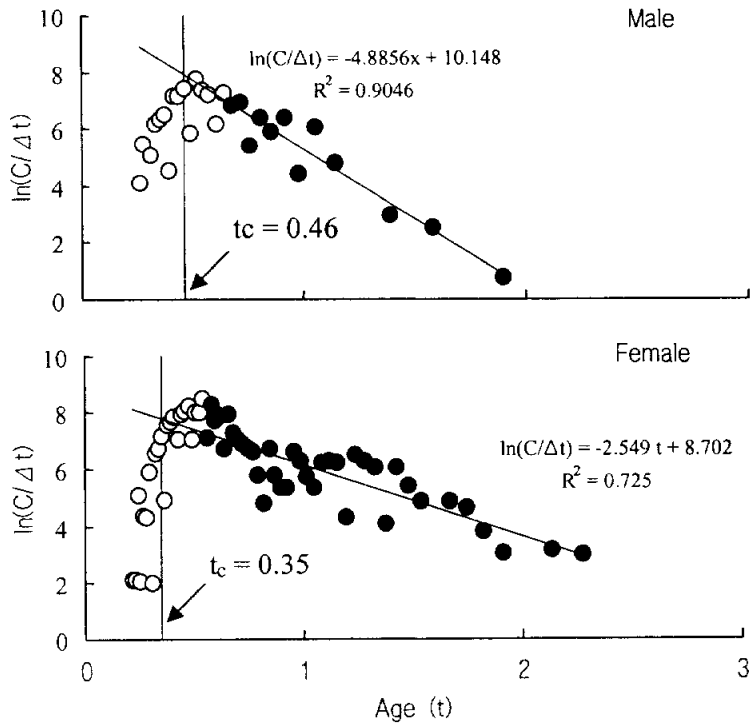


Fig. 35. Selection ogive and estimates of age at first capture of *Parapenaeopsis tenella* from carapace length converted catch curve analysis using the Pauly method (1984).

3.4 고 찰

대롱수염새우 암컷의 월별 생식소 숙도지수 변화, 월별 성숙단계의 변동 및 월별 교미율 결과를 종합해 보면, 주 산란시기는 9~11월까지인 것으로 추정되었다. 이는 Chalayondeja and Tanouel(1971)의 10~11월과 유사하지만, 같은 속에 속한 *Solenocera acuminata*가 열대지역인 Guiana 주변 해역에서 연 2회(5~6월과 11~2월) 산란한다는 Gueguen(1998)보고와는 차이가 있다. 이와 같은 차이는 Dall 등(1990)이 보리새우과의 같은 속 또는 같은 종이 서식지에 따라서 산란을 열대지방에서는 2회 하고, 온대지방에서 1회 한다는 보고와 일치한다.

대롱수염새우 암컷의 성숙단계에 의한 군성숙갑각장(CL_{50})은 20.3*mm*였고, 교미율에 의한 군성숙갑각장(CL_{50})은 18.7*mm*로 나타났다. 이는 Ohtomi 등(1998)의 성숙단계에 의한 군성숙갑각장(CL_{50}) 25.3*mm*와는 차이가 있다. 이와 같은 차이는 Noro 등(1991)이 보고한 저층 수온 15.8±0.5℃와 거문도 주변 해역의 13.3~18.3℃와 비슷한 수온 범위를 유지하여 성장을 멈추거나, 느린 동계점(WP)이 없기 때문에 Kagoshima 만의 대롱수염새우가 빨리 성장하기 때문에 군성숙갑각장이 클 것으로 추정된다.

대롱수염새우의 수명은 26개월 정도인 것으로 나타나, Chalayondeja and Tanoue(1971)의 2년과 비슷하지만, 같은 지역에서 Ohtomi and Irieda(1997)는 37개월로 보고하여 많은 차이가 있다. 이와 같이 동일해역에 분포하는 동일종의 수명의 차이는 추정방법, 시료 채집 방법 및 채집 개체수 등에 차이가 있는 것으로 사료된다. 또한, 성장식의 이론적 최대갑각장은 암·수컷이 각각 43.78*mm*, 27.50*mm*로, Ohtomi and Irieda(1997)의 암·수컷이 각각 45.76*mm*,

33.09*mm*로 보고된 것과 비슷하였고, 성장비교지수(φ')에서도 본 연구에서 암컷이 3.29, 수컷이 3.15로 Ohtomi and Irieda(1997)의 암컷이 3.18, 수컷이 2.97인 것과 비슷한 것으로 보아, 두 지역에 서식하는 대롱수염새우의 성장은 유사하다고 할 수 있다.

대롱수염새우 암·수컷의 순간 전사망계수는 1.87과 2.93이고, 순간 어획사망계수는 0.65, 0.87로서 개발률은 각각 35%, 30%, 어획개시연령은 암·수컷이 각각 0.67과 0.73세, 어장가입갑각장은 각각 21.6*mm*와 20.4*mm*로서 암·수간에 차이를 보였다.

꽃새우(초도~손죽도 개체군)의 월별 생식소 숙도지수 변화, 월별 성숙단계의 변동 및 월별 교미율 결과를 종합해 보면, 주 산란시기는 6~8월까지인 것으로 추정되었다. Cha 등(2003)이 보고한 서해 개체군은 5월 이후 수온이 15 ℃이상 상승하여 10월까지 6개월 동안 지속하였고, 본 연구에서도 5월 이후 7개월 동안 15℃이상 유지하여, 꽃새우의 생식소 발달은 수온이 15℃ 이상으로 상승한 시기부터 이루어지며, 20℃ 이상 상승하는 시기에 산란에 참여하는 것으로 추정할 수 있다.

암컷 생식소의 성숙 단계에 의한 군성숙갑각장(CL_{50})은 18.9*mm*였고, 교미율에 의한 군성숙갑각장(CL_{50})은 19.9*mm*로, 서해 개체군의 성숙단계와 교미율에 의한 군성숙갑각장(CL_{50})은 15.4*mm*, 16.5*mm*로 초도~손죽도 개체군과 차이가 있는 것으로 나타났다(Cha *et al.*, 2003). 두 개체군간의 군성숙갑각장(CL_{50}) 차이는 성장이 느린 10℃ 이하 저수온이 거문도 해역에서 연중 1개월 지속한 것에 비해 서해에서는 3개월 지속되어 저수온 기간이 더 긴 것으로 나타났다. 이와 같은 수온의 차이는 보리새우과 새우류의 성장에 영향을 미친다는 보고(Pauly, 1982)와 서식지의 수온의 변화가 *Penaeus notialis*의 산란과 신생 개체군 가입에 영향을 미친다는 보고(Garcia, 1977)와 일치한다.

갑각장조성에 의한 성장의 형태는 9월 이후 어구 가입이 이루어져 이듬해 1월까지 성장하였으며, 수온이 가장 낮은 2월 이후 성장이 느려져 6월까지는 개체군의 성장이 이루어지지 않은 시기로 나타났다. 이후 7월과 8월 사이에 암컷은 빠른 성장을 보인 후 산란에 참여하고 사망하였으며, 수컷은 교미에 참여한 후 사망한 것으로 추측되어진다. 이에 비해 서해 개체군은 8월에 어구 가입이 이루어져 같은 해 10월까지 빠른 성장을 보였으며, 11월에서 이듬해 4월까지 성장이 이루어지지 않고 5월부터 빠른 성장을 한 후 암컷은 6월과 7월 사이에 산란에 참여한 후 사망하며, 수컷은 교미에 참여한 후 사망하는 것으로 보고되었다(Cha *et al.*, 2003). 따라서, 꽃새우는 지금까지 보고된 보리새우과 새우류의 산란형태인 한번의 산란을 마친 후 자연 사망하는 전형적인 단년생의 생활사 형태를 가지고 있는 것으로 나타났다. 또한 갑각장 조성 변화에 의해 추정된 초도~손죽도 개체군의 수명은 암컷이 14~15개월, 그리고 수컷이 13~14개월로 나타나 서해 개체군의 암컷 14~15개월, 수컷 13~14개월과 동일하였다(Cha *et al.*, 2003).

꽃새우의 계절 성장을 고려한 von Bertalanffy 성장식에 의한 이론적 최대갑각장(L_∞)은 암·수컷이 29.54*mm*, 18.95*mm*로 나타났고, 서해 개체군의 암·수컷이 24.64*mm*, 19.00*mm*로 나타나 두 지역 개체군 사이에서는 이론적 최대갑각장(L_∞)에서 차이를 보였다. 그러나, 두 지역 개체군의 성장비교지수(φ')는 암컷 3.08과 수컷 2.86으로 서해 개체군의 암컷이 3.08, 수컷이 2.86인 것과 동일한 것으로 나타났다(Cha *et. al.*, 2003).

꽃새우 암·수컷의 순간 전사망 계수는 2.85와 2.75이고, 순간 어획사망계수는 각각 1.18과 0.35로서 개발률은 각각 41%, 13%로서 수컷이 낮은 값을 보였다. 어획개시연령은 암·수컷이 각각 0.47과 0.41세로서, 이 때의 어장가입갑각장은 18.0*mm*와 13.5*mm*로 최소성숙갑각장(CL_{50})보다 작았다.

민새우의 월별 생식소 숙도지수 변화, 월별 성숙단계의 변동 및 월별 교미율 결과를 종합해 보면, 주 산란시기는 7~9월까지인 것으로 추정되었다. 이 산란시기는 수온이 상승하는 하계에 산란하여 10월에 가입이 이루어지는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Cha 등(1997)의 서해안 영광연안 6~8월과, 일본 Ikematse(1963)의 Ariake해 6~8월과 1개월 정도 차이를 보였다. 이는 서식지역 환경의 차이로 사료된다. 또한 민새우 암컷의 성숙 단계에 의한 군성숙갑각장(CL_{50})은 12.5*mm*였고, 교미율에 의한 군성숙갑각장 12.3*mm*로 나타났다. 이는 같은 속의 *P. stylifera*가 전장 70*mm*(Geetha and Nair, 1992), *P. sculptilis*가 전장 88*mm*(Sukumaran and Rajan, 1986)라는 보고보다 작은 개체로서 상당한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이와 같은 차이는 종에 의한 차이도 있지만, 열대지방과 온대 지방의 환경 차이로 사료된다.

민새우의 월별갑각장조성에 의한 수명은 약 16~17개월의 단년생으로 나타났으며, 이는 Ikemates(1963)에 의해 Ariake 해에 서식하는 민새우와 수명이 비슷하였다.

성장식에 의하여 추정된 이론적 최대 갑각장은 암컷이 22.00*mm* (전장 76.87 *mm*), 수컷이 15.00*mm* (전장 50.00*mm*)로 나타났다. 이는 열대지역인 인도 연안에 서식하고 있는 같은 속의 *P. hardwickii*의 암·수를 합한 최대 전장 128*mm*와 *P. stylifera*의 암·수 각각 135*mm*와 108*mm* (Li *et al.*, 2000; Suseelan and Rajan, 1989)의 결과와는 상당한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이와 같은 차이는 Pauly(1982)가 보고한 보리새우류의 성장은 서식지 수온의 변화에 의해 많은 영향을 받는다는 것과 일치한다.

민새우 암·수컷의 순간 전사망계수는 각각 2.55와 4.88, 순간 어획사망계수는 각각 0.89, 2.20, 개발률은 각각 35%와 45%로서 암·수간에 차이를 보였다. 어획개시연령은 암·수컷 0.35와 0.46세로서 어장가입갑각장은 7.7*mm*와 7.6*mm*

로 최소성숙갑각장(CL_{50})보다 작았다.

본 장에서 규명된 대롱수염새우, 꽃새우 그리고 민새우의 자원생물학적 특성치는 이들 새우류의 자원관리를 위한 기초자료가 될 것으로 판단된다.

특히, 본 장에서 순간 전사망계수와 어획사망계수로 추정된 개발률은 13~45% 정도로 비교적 낮은 수준에 있으며, 꽃새우와 민새우의 경우 군성숙갑각장보다 작은 개체가 어구에 가입되고 있음에 주목하여 다음 장에서는 이들 3종의 새우류에 대하여 최소성숙갑각장이 50% 선택어획갑각장이 되는 망목을 구하여 어로관리의 기본 방책의 하나로 삼고자 하였다.

Ⅳ. 새우조망의 망목선택성

4.1 서 론

새우조망은 다양한 저서생물이 서식하고 있는 연안에서 조업하는 인망어구로서 어포부의 망목크기가 16*mm* 정도로 대단히 작기 때문에 새우류와 부수어획 어종의 치자어 혼획이 높다. 망목크기가 지나치게 작아 어획 대상종인 새우도 미성숙 개체가 상당수 어획되고 있기 때문에 새우류에 대한 망목선택성 규명으로 소형 및 치자어 보호를 통한 성장관리가 요구된다.

우리나라의 어구와 조업환경이 유사한 일본에서의 새우류에 대한 망목선택성 연구로서 Miyao and Yamaguchi(1989)가 저인망에 어획된 북쪽분홍새우에 관해서, Tokai(1993)가 새우조망에 어획된 꽃새우, 산모양 깔깔새우, 민새우에 관해서, Nishikawa 등(1994)이 소형트롤에 어획된 꽃새우에 관한 연구 등이 있다. 자원관리형 어업이 발달한 유럽에서는 Sobrino 등(2000), Polet(2000), Ragonese 등(2002), Campos 등(2002)의 새우류 선택성에 관한 연구가 있으며, 자원관리를 위하여 TED(trawl efficiency device)를 사용한 Mounsey 등(1995), Polet(2002), Graham(2003) 등의 연구가 있다. 그러나 우리나라에서는 새우류를 대상으로 하는 인망어구에 대하여 金(1994)의 빔 트롤 개량에 관한 연구가 있을 뿐이며, 새우류의 자원관리를 위한 어획선택성에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 장에서는 거문도 해역에서 어획되는 대롱수염새우(*Solenocera melantho*)에 대한 새우조망의 망목선택성을 분석하여 적정망목을 추정하므로서 가입자원을 관리할 수 있는 방안을 모색하는 한편, 대롱수염새우의 망목선택성을 근거로 꽃새우와 민새우에 대해서도 적정망목도 추정하였다.

4.2 재료 및 방법

1. 시험어구 및 어획시험

대롱수염새우의 망목선택성을 규명하기 위하여 어획시험에 사용한 어구는 Fig. 2에 나타낸 것과 같이 거문도 해역의 새우조망어선에서 사용하는 현용어구를 사용하였다.

망목선택성 어획시험은 cover net 방식으로 하였으며, 이 때 어획시험용 끝자루의 재료는 PE 210Td 18합사 망목 크기는 각각 28, 38, 51, 61*mm*의 4종류를 제작하여 사용하였다(Fig. 36). 그러나 편의상 덮그물(망목 16*mm*)은 기존 조업선의 끝자루를 그대로 이용하고, 제작한 끝자루를 그 속에 부착하는 방식으로 어구를 구성하였다. 이 때 끝자루는 입구둘레가 2.4*m*로서 덮그물 둘레의 약 70%, 길이는 2.1*m*로 덮그물 길이의 약 65%가 되도록 구성하였다.

시험해역은 현지 조업선들의 주 조업 어장으로서 전라남도 거문도와 백도 사이의 수심 60~80*m* 해역이었다(Fig. 37). 어획시험은 새우조망어선(4.99톤)을 용선하여 2002년 10월에 5일간 실시하였다. 어획시험 횟수는 각 망목별로 5회씩 총 20회 실시하였으며, 1.5노트의 속력으로 약 30분간 예망하였다.

어획물은 끝자루와 덮그물로 분리하여 계측하였으며, 어획물은 종별(새우류, 어류, 게류, 연체동물 등)로 각각의 어획미수와 총 중량을 측정하였다. 그리고, 대롱수염새우는 갑각장을 버니어 캘리퍼스(vernier calipers)를 사용하여 0.1*mm* 단위까지 측정하였다.

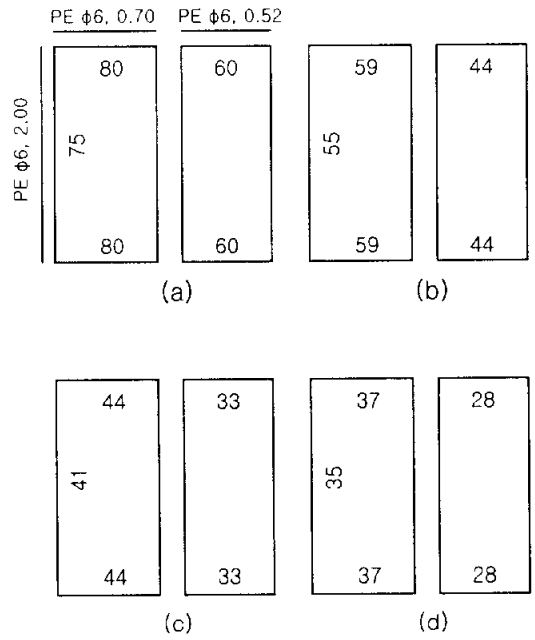


Fig. 36. Layout of the cod-end in the experimental fishing for shrimps. (a) 28*mm* mesh size, (b) 38*mm* mesh size, (c) 51*mm* mesh size, (d) 61*mm* mesh size.

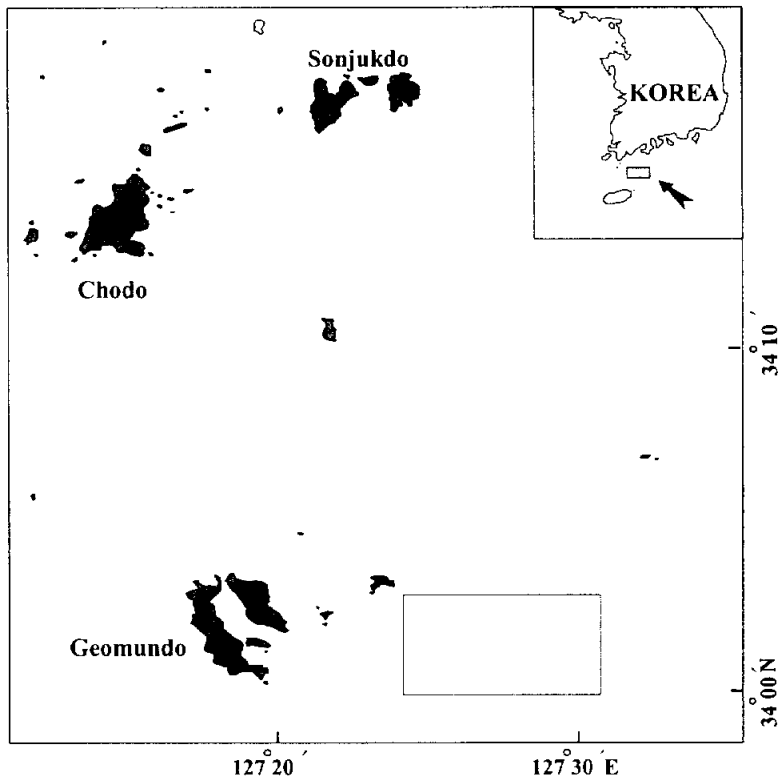


Fig. 37. The locations of the experimental fishing for mesh selectivity study of beam trawl.

2. 분석방법

1) 갑각장별 어획선택률

갑각장별 어획선택률 S는 갑각장계급 단위 2.5*mm* 간격으로 식(4-1)로 구하였다.

$$S = \{C_{cod}/(C_{cod} + C_{cov})\} \times 100 \quad (4\text{-}1)$$

여기서 C_{cod}는 끝자루 어획미수이고, C_{cov}는 덮그물의 어획미수이다.

2) 망목선택성곡선 및 선택성 요소

새우조망에서 일정한 망목에 대한 갑각장별 선택률 S를 Plot하면 Sigmoid 곡선을 나타내므로 갑각장별 선택률 S는 식(4-2)의 Logistic함수로 표현하였다.

$$S=1/(1+exp^{-(aCL+b)}) \quad (4\text{-}2)$$

여기서 a는 기울기, b는 절편, 그리고 CL은 갑각장을 나타낸다.

단, 선택률 0%와 100%는 제외하고 식(4-2)를 선형 함수로 변형($\ln\{S/(1-S)\} = aCL+b$)시켜 최소자승법에 의해 상수 a와 b를 추정하였다. 선택특성을 나타내는 25%, 50% 그리고 75% 선택갑각장을 추정하였으며, 75% 선택갑각장과 25% 선택갑각장의 차이를 나타내는 선택역(Selectivity range : S.R)과 50% 선택갑각장을 망목크기로 나눈 선택계수(Selectivity factor : S.F)를 식(4-3)으로 구하였다.

$$L_{25} = -(\ln 3 + b)/a$$

$$L_{50} = -b/a$$

$$L_{75} = (\ln 3 - b)/a$$

$$S.R = 2\ln(3/a)$$

$$S.F = -b/(a \cdot M) \qquad (4\text{-}3)$$

여기서 L_{25}, L_{50}, L_{75}는 각각 25%, 50%, 75% 선택갑각장이고 M은 망목의 크기이다.

3) 표본망목선택성곡선 및 선택특성의 분석

표본망목선택성곡선은 어획시험에 의해 모든 망목에 대한 선택성을 구한다는 것은 현실적으로 어려우므로, 끝자루그물의 선택률은 망목의 크기와 갑각장에 비례한다고 가정하여 망목과 갑각장에 대하여 곡선을 추정하였다.

표본망목선택성곡선은 갑각장과 망목크기의 비에 대한 선택률(S)을 망목선택성 곡선과 같은 방법으로 Logistic함수를 이용하여 나타내었다.

$$S = 1/(1 + \exp^{-(\alpha CL + \beta)}) \qquad (4\text{-}4)$$

여기서 α는 기울기, β는 절편, M은 망목 그리고 CL은 갑각장을 나타낸다.

4.3 결 과

1. 덮그물과 끝자루의 어획물 조성

총 20회의 어획시험에서 총 어획미수는 24,374마리로 끝자루에 11,504마리(47.2%) 그리고 덮그물에 12,879마리(52.8%)가 어획되었다. 이 중에서 갑각류가 19,236마리(78.9%)로 가장 많았고, 어류 4,824마리(19.8%), 게류 290마리(1.2%), 두족류 24마리(0.1%)의 순이었다. 중량에서도 갑각류가 247.6*kg* (79.1%)으로 가장 많았고, 어류 57.8*kg*(18.5%), 게류 5.1*kg*(1.6%), 두족류 2.6*kg*(0.8%)의 순이었다(Fig. 38).

끝자루의 어종별 어획미수는 새우류가 9,066마리(78.8%)로 가장 많았고, 어류 2,234마리(19.4%), 게류 188마리(0.8%), 두족류 16마리(0.1%) 순으로 나타났다. 중량에서도 새우류가 1,271.1*kg*(75.2%)으로 가장 많았고, 어류 36.2*kg*(21.4%), 게류 3.3*kg*(1.9%), 두족류 2.5*kg*(1.5%)의 순이었다(Fig. 38).

덮그물의 어종별 어획미수는 새우류가 10,170마리(79.0%)로 가장 많았고, 어류 2,590마리(20.1%), 게류 102마리(0.8%), 두족류 14마리(0.1%)로 나타났으며, 중량에서도 새우류가 120.5*kg*(78.8%)으로 가장 많았고, 어류 21.6*kg*(15.3%), 게류 1.8*kg*(1.2%), 두족류 0.1*kg*(0.1%)의 순으로 끝자루에서와 비슷한 경향을 나타내었다.

어획시험에서 어획된 새우류는 수염대롱새우, 긴줄꼬마도화새우, 그라비새우, 민꽃새우, 꽃새우 등이었다. 새우류와 함께 혼획된 어획물은 꼬리민태, 그물메기, 보구치, 갈치, 붕장어 등 어류의 치자어가 대부분이었고, 그 외에는 원숭이게, 두점박이민꽃게, 오징어, 낚지 등과 같은 게류와 두족류로 나타났다.

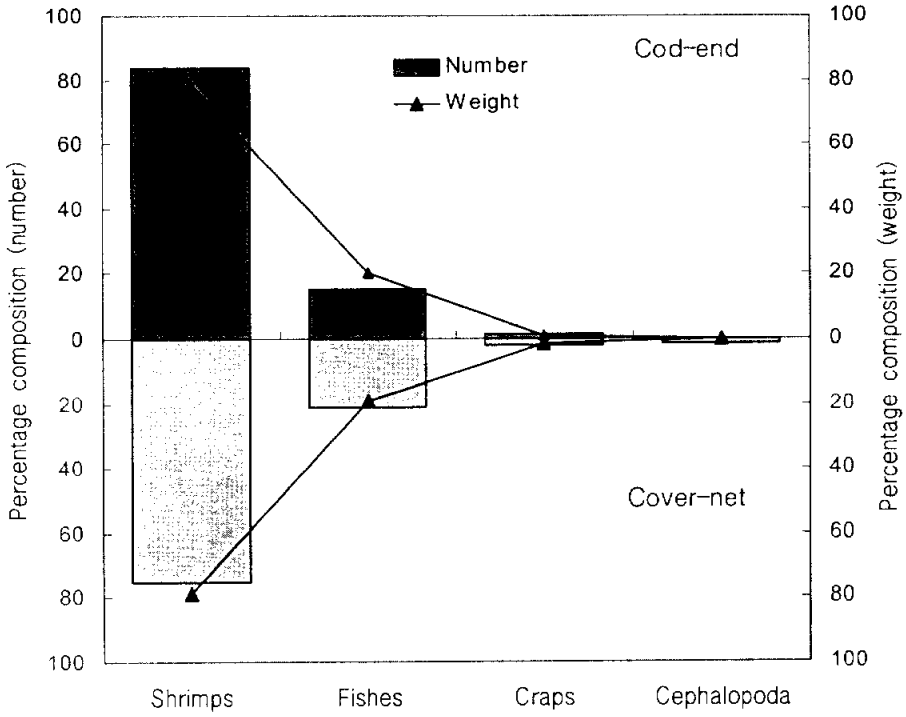


Fig. 38. Species composition(individual and weight) caught by experimental fishing for shrimps in the research area, Oct. 2002.

2. 대롱수염새우의 망목별 어획률 및 체장계급 분포

어획시험에서 어획된 대롱수염새우의 어획미수는 끝자루에서 8,337마리(51.8%), 덮그물에서 7,749마리(48.2%)로 총 16,080마리였으며, 갑각장의 범위는 14.0~47.0*mm*였다. 망목 크기별 어획미수는 끝자루 망목 28*mm*에서 끝자루와 덮그물에 각각 2,870마리와 1,125마리, 38*mm*에서 2,348마리와 1,390마리, 51*mm*에서 1,924마리와 2,248마리 그리고 61*mm*에서 1,195마리와 2,980마리가 어획되어 끝자루에 대한 망목별 어획률은 각각 0.72, 0.63, 0.46, 0.29인 것으로 나타났다(Fig. 39). 끝자루에 어획되는 새우의 어획률은 망목이 커질수록 감소하였으며, 그 대신 끝자루를 빠져나간 새우가 덮그물에 어획되는 비율은 증가되었다.

각 망목에 있어서 끝자루와 덮그물에 어획된 대롱수염새우의 갑각장계급별 빈도분포는 Fig. 41과 같다. 각각의 끝자루 망목에서 가장 많이 어획된 갑각장계급은 끝자루 망목 28*mm*에서 갑각장 28.75*mm*, 38*mm*에서 26.25*mm*, 망목 51*mm*와 61*mm*에서 31.25*mm*였다. 한편 덮그물에 있어서는 끝자루 망목 28*mm*일 때 21.25*mm*, 38*mm*일 때 16.25*mm*, 51*mm*일 때 23.75*mm*, 61*mm*일 때 26.25*mm*였다. 그리고 끝자루 망목 28, 38, 51, 61*mm*에 있어서 끝자루와 덮그물에 어획된 대롱수염새우의 평균 갑각장은 각각 21.8*mm*와 20.9*mm*, 27.6*mm*와 20.1*mm*, 32.5*mm*와 25.4*mm*, 31.1*mm*와 26.2*mm*로서, 망목이 달라지면 끝자루에 어획되는 새우의 갑각장 조성이 달라진다는 것을 나타내고 있다.

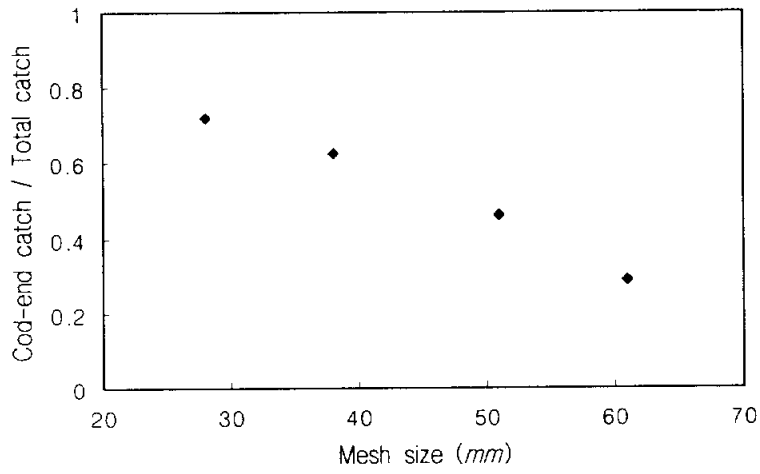


Fig. 39. A relation between mesh size and the ratio of cod-end catch to total catch during experimental fishing in the research area, Oct. 2002.

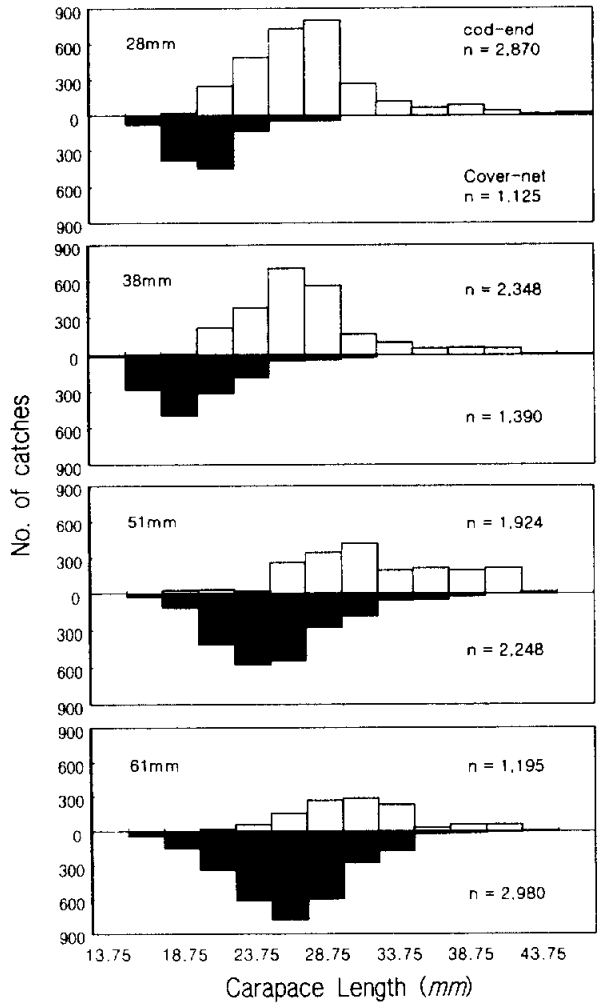


Fig. 40. The length composition of *Solenocera melantho* caught for the cod-ends and the cover net sampled during experimental fishing in the research area, Oct. 2002.

3. 망목선택성곡선 및 선택성 요소

대롱수염새우의 끝자루 망목과 각 갑각장 계급에 대한 망목선택성곡선을 Fig. 41에 나타내었다. 그리고 이들 선택성곡선으로부터 주어지는 25%, 50% 및 75% 선택체장, 선택역(Selection range : SR), 선택계수(Slection Factor : SF) 및 t검정에 의한 유의수준 등 선택성의 각 요소를 Table 21에 나타내었다.

끝자루 망목 28, 38, 51, 61*mm*에 있어서 망목 크기별 50% 선택 갑각장은 각각 23.9*mm*, 26.8*mm*, 31.5*mm* 및 33.9*mm*로 나타났으며, 선택역은 각각 3.47, 4.29, 4.71, 5.02*mm*였고, 선택계수는 각각 0.85, 0.71, 0.62 및 0.55로 추정되었다.

대롱수염새우의 최소성숙갑각장인 20.3*mm*에 대해 끝자루 28, 38, 51, 61*mm*에 있어서 망목별 선택률은 각각 12.3, 9.2, 3.9, 3.5%였다.

Fig. 41에서 대롱수염새우의 망목별 선택성곡선은 끝자루 망목이 커짐에 따라 오른쪽으로 옮겨가는 것을 볼 때, 끝자루 망목의 크기가 커지는 만큼, 끝자루를 탈출하는 대롱수염새우의 크기도 커진다는 것을 나타내고 있다.

Table 21. The selection parameters estimated from the logistic equation of mesh selection curves by mesh sizes for *Solenocera melantho*

Mesh size of cod-end (*mm*)	r	P	a	b	L_{25}	L_{50}	L_{75}	SR	SF
					(*mm*)				
28	0.91	0.00	0.53	-12.65	21.84	23.92	26.00	3.47	0.85
38	0.78	0.01	0.35	-9.40	23.66	26.80	29.83	4.29	0.71
51	0.80	0.01	0.28	-8.97	27.67	31.54	35.40	4.71	0.62
61	0.99	0.00	0.24	-8.27	29.42	33.93	38.44	5.02	0.55

r : coefficient, P : level of significance, a : slope, b : intercept

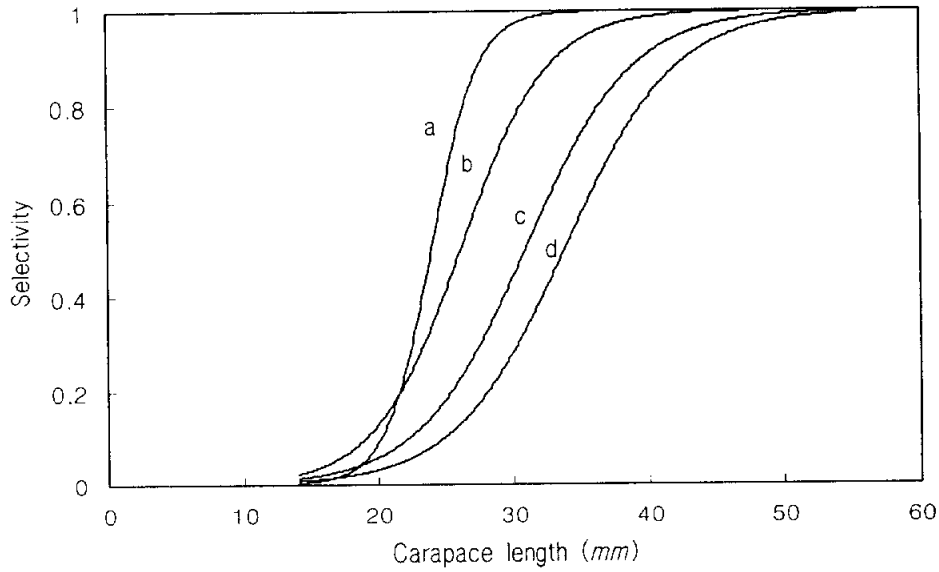


Fig. 41. Mesh selection curves of cod-ends with a (28 *mm*), b (38 *mm*), c (51 *mm*) and d (61 *mm*) mesh size for *Solenocera melantho*.

4. 표본망목선택성곡선

대롱수염새우에 대한 표본망목선택성곡선은 Fig. 42과 같이 시험조업에 사용된 4종류의 끝자루에 대한 갑각장별 선택률에서 갑각장을 망목으로 나눈 값에 대한 선택률을 이용하여 나타낸 곡선으로서 망목에 대한 연속적인 어획선택성을 파악할 수 있도록 만들어진 그래프이다. 이 표본망목선택성곡선에서 대롱수염새우의 50% 선택점($(L/M)_{50}$)은 0.67이고, 선택역은 0.25로 추정되었다 (Table 22).

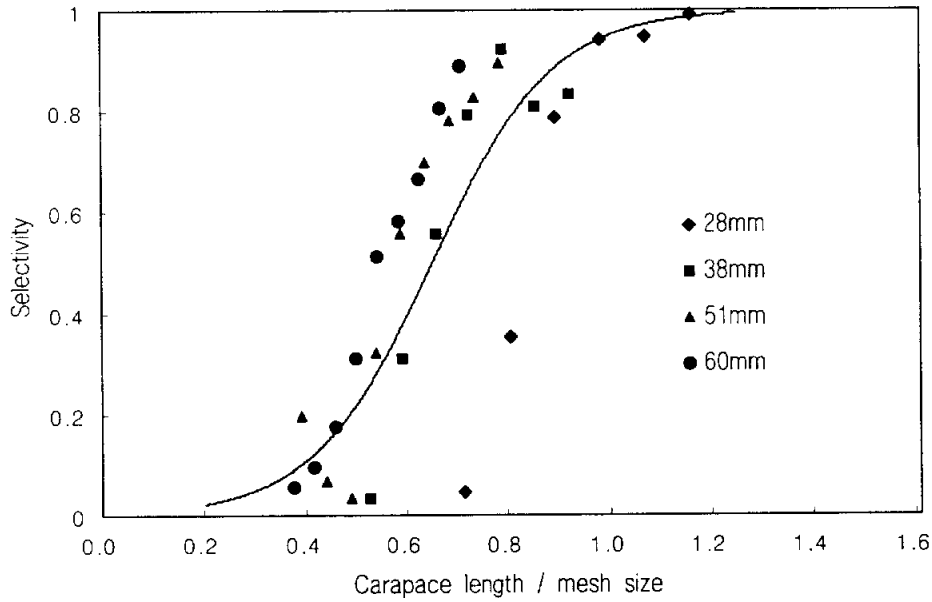


Fig. 42. Master curve of mesh selectivity of beam trawl for *Solenocera melantho*.

Table 22. The parameters of master curve in the mesh selectivity

r	α	β	$(L/M)_{50}$	SR
0.61	8.84	-5.89	0.67	0.25

4.4 고 찰

1. 대롱수염새우의 적정망목

4가지 끝자루 망목에 대하여 실시한 어획시험에서 망목크기가 각각 28, 38, 51, 61*mm*인 끝자루에 어획되는 대롱수염새우의 어획률은 각각 0.72, 0.63, 0.46, 0.29로 망목이 커질수록 감소하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 Lee 등(1992)이 트롤의 망목별 새우류의 어획률에 대한 보고에서 51.2, 70.2, 77.6, 88.0, 111.3*mm* 망목에 대한 어획률을 각각 19.3, 2.2, 0.7, 3.4, 0.5로 보고한 것과 같이 새우류에 대한 끝자루의 어획률은 작은 망목에서 큰 망목으로 망목이 커질수록 현저히 감소하는 것으로 나타났다.

대롱수염새우의 최소성숙갑각장 20.3*mm*에 대한 망목별 선택률은 각각 12.3, 9.2, 3.9, 3.5%로 망목이 커질수록 선택률이 낮아지고 있는데, 이는 동일한 망목선택률을 나타내는 개체의 체장과 망목의 크기가 서로 비례한다는 Tokai and Kitahara(1989)의 보고와 일치한다.

대롱수염새우의 표본망목선택성곡선의 50% 선택점은 0.67이었다. 이는 FAO의 열대 새우어업에 대한 기술 보고서(Vendeville P., 1990)의 2.5~3.0 노트로 예망하는 새우트롤에서의 보리새우과 *Penaeus orientalis, Penaeus notialis, Penaeus duorarum, Parapenaeopsis stylifera*의 망목선택성에서 50% 선택점은 각각 0.4, 0.37~0.52, 0.35~0.37, 0.30로 보고한 것과 대롱수염새우의 0.67과는 큰 차이를 보였다. 이와 같은 차이는 형태적 특성에 의한 것도 있지만, 예망속도 등의 어구어법의 차이로 보는 것이 타당할 것이다. 그리고 표본망목선택성곡선에서의 50% 선택점에 최소성숙갑각장 20.3*mm*를 적용한 적정망목은 30.3*mm*이고, 현지에서 상품(上品)으로 고가에 거래되는 최소갑각장 25*mm*를 적용한 적정망목은 37.8*mm*로 추정되었다.

이는 보리새우과의 *Aristaeomorpha foliacea*, 24*mm* (Ragonese *et al*, 2002)와 자주새우과 *Crangon crangon*, 21.7*mm* (Polet, 2000) 보다는 크고, 보리새우과 *Parapenaeus longirostris*, 55*mm* (Campos *et al.*, 2002)와 *Nephrops novegious*, 55*mm* (Campos *et al.*, 202) 보다는 작은 망목으로 추정되었다.

2. 꽃새우, 민새우에 대한 적정망목의 추정

일반적으로 새우류는 몸통이 딱딱한 갑각으로 이루어져 있고, 어류에 비하여 몸통의 둘레보다는 두부의 크기가 크다. 그러므로 새우류의 표본망목선택성곡선을 결정하는데 있어서는 두부의 형태가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 Tokai(1993) 등은 보고하고 있다. 남해안 새우조망어업의 주요 어획 대상종인 대롱수염새우, 꽃새우, 민새우의 갑고와 갑폭과의 관계를 비교하여 Fig. 43에 나타내었다. 꽃새우와 민새우간의 갑고와 갑폭의 체형 차이를 공분산분석한 결과 유의한 차이가 없으며($P>0.05$), 대롱수염새우와 이들간에는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($P<0.05$).

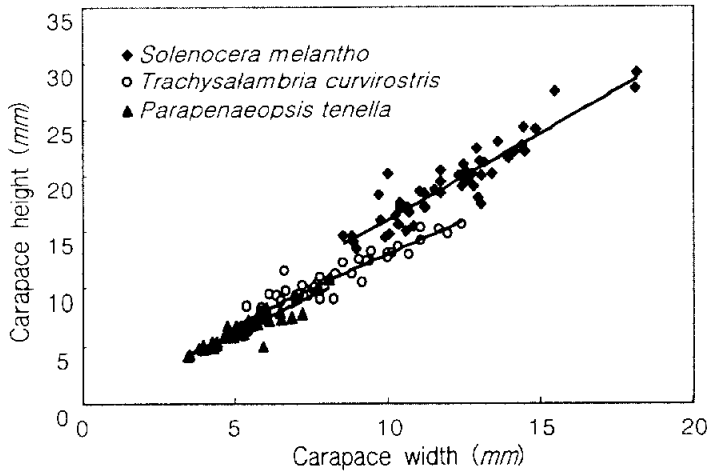


Fig. 43. Relationship between carapace height and carapace width of shrimps.

따라서 대롱수염새우의 선택률을 이용하여 꽃새우와 민새우의 선택률을 추정하는데 있어서 측정의 기준이 된 갑각장은 이러한 체형의 차이 때문에 이용할 수 없었다. 그러므로 꽃새우와 민새우에 대한 망목선택성곡선 추정에서는 대롱수염새우의 갑각장에 대해 동주장을 구하고, 이에 대한 선택률을 구하여, 꽃새우와 민새우의 동주장이 대롱수염새우의 동주장과 동일하면 같은 선택률을 가지는 것으로 가정하고 이들에 대한 망목선택성곡선을 추정하였다(Fig. 44).

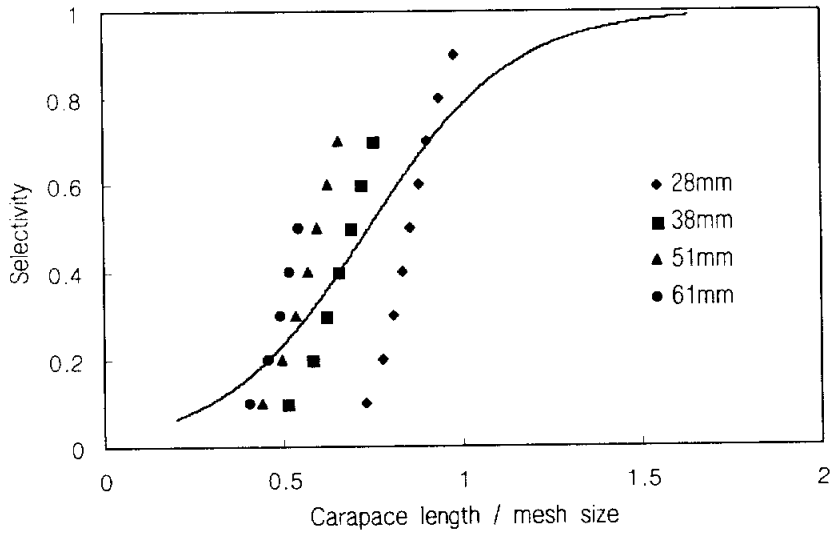


Fig. 44. Estimation of master curve for mesh selectivity by *Trachysalambria curvirostris* and *Parapenaeopsis tenella*.

Table 23. The parameters of master curve in the mesh selectivity

r	α	β	$(L/M)_{50}$	SR
0.61	4.93	-3.65	0.73	0.99

꽃새우와 민새우의 표본망목선택성곡선에 있어서 50% 선택점은 0.73이고, 선택역은 0.99이었다(Table 23). 이는 2.5~3.0 노트로 예망하는 새우트롤에서의 보리새우과 *Penaeus orientalis, Penaeus notialis, Penaeus duorarum, Parapenaeopsis stylifera*의 망목선택성에서 50% 선택점은 0.30~0.52로 꽃새우와 민새우의 0.73과는 큰 차이를 보였다. 이와 같은 차이는 예망속도 등과 같은 어구어법의 차이 때문인 것으로 추정할 수 있을 것이다. 그리고 표본망목선택성곡선에서 꽃새우의 최소성숙갑각장 18.9*mm*를 적용하여 추정한 적정망목은 25.5*mm* (선택구간 16.6*mm*)이며, 민새우의 최소성숙갑각장 12.5*mm*를 적용하여 추정한 적정망목은 16.9*mm* (선택구간 11.0*mm*)였다.

V. 종합 고찰

새우조망은 자루그물 입구에 가로로 막대(beam)를 부착하여 자루그물 입구를 좌우로 벌려 해저 또는 바닥에 묻혀 서식하는 갑각류와 패류를 어획하기 위하여 해저를 끄는 인망어구로서, 1970년 후반기부터 동력선을 사용하면서 현재와 같은 새우조망 형태를 갖추고 있다. 그러나 이 어업은 자루그물의 망목이 대단히 작아서 각종 연안 수산자원의 치자어를 남획하는 어업으로 취급되어 왔다. 그럼에도 불구하고, 새우조망의 어로실태에 대해서는 그다지 알려지지 않고 있으며, 조업과정에서 부수적으로 발생되는 치자어의 혼획이나 부수어획물에 대한 실태조차 규명되어 있지 않다.

따라서 본 연구에서는 새우조망의 조업실태와 어획물 조성을 명확히 규명하고, 주요 어획종에 대한 생물학적 조사를 통한 자원 특성치를 추정하여 합리적인 자원관리에 과학적 기초자료로 활용함과 동시에 이들 자원생물학적 특성치 중 최소성숙갑각장을 새우조망의 적정망목을 규명하는 기초자료로 제시함으로써 선택적 어업을 통한 치자어(어린 새우) 남획과 부수어획량을 감소시켜 수산자원을 지속적으로 이용하고자 하였다.

본 연구의 어획시험기간 동안 새우조망의 어획량은 총 175종, 2,162.1*kg*였다. 이 중 새우류의 어획량은 85.4%(1,847.2*kg*)로 일반 저층 트롤(Lee *et al.*, 1992, Lee *et al.*, 1994, Lee *et al.*, 1998)의 어획비율보다 월등히 높은 것은 조사해역이 다른 해역보다 새우 자원이 풍부하다고 볼 수도 있지만, 그것보다는 새우조망의 어구어법이 일반 저층 트롤어구보다 새우 포획에 알맞기 때문에 높게 나타난 것으로 사료되었다.

어획된 새우 중에서 그라비새우, 꽃새우, 민새우는 초도~손죽도 해역, 대롱

수염새우는 거문도 해역에서 주로 어획되었다. 이는 도암만(장 등, 2002)에 꽃새우와 밀새우, 진도 주변해역(장 등, 2001)에 그라비새우, 고리연안(Huh and An, 1999), 광양만(Huh and An, 1997) 및 낙동강 하구(Hong and Oh, 1989)에 자주새우, 사천 연안(Cha *et al.*, 1999)에 자주새우와 넓적뿔꼬마새우 등이 주로 분포하는 것에 비추어 볼 때, 새우류는 지역에 따라 분포하는 종이 다른 것으로 판단된었다. 그리고 수심별 분포를 보면 수심 20~40*m*(A, B구역)에서는 그라비새우, 수심 50~80*m*(C구역)에서는 대롱수염새우가 주로 분포하고, 수심 20*m* 이천에서는 자주새우, 꼬마새우과의 새우류와 어린새우(Huh and An, 1997; Cha *et al.*, 1999; Hong and Oh, 1989; Huh and An, 1999), 수심 30~40*m*에서는 그라비새우(장 등, 2001)가 분포하고 있는 것으로 보아서 수심에 따라 분포하는 종이 서로 다른 것으로 판단되었. 그러므로 우리나라 연안에 서식하는 새우는 분포지역과 분포수심에 따라 서식하는 종이 서로 다른 것으로 판단할 수 있다.

새우조망에 부수어획된 어류는 123종으로 가까운 연안의 광양만 54종(Cha and Park, 1997), 광양만 묘도해역의 66종 (Han *et al.*, 1998), 소흑산도 및 하의도 연안(Park and Lee, 1988)의 74종, 전남 고흥(녹동) 반도 근해(Lee *et al.*, 1990)의 41과 93종보다 월등히 많았지만, 근해에서 Lee(1998) 등이 보고한 114종과 Jeong(1993) 등이 보고한 131종과는 비슷하게 나타났다. 그리고 어류 어획량은 211.5*kg*(9.8%)으로 일반 저층 트롤(Lee *et al.*, 1992, Lee *et al.*, 1994, Lee *et al.*, 1998)에서 보다 어류의 어획비율이 매우 낮게 나타났다. 이는 저층 트롤이 전개판과 후릿줄에서 구집효과를 일으키고 또한 3~4 노트의 빠른 속도로 예망하는 것에 비해, 새우조망은 구집효과를 일으키는 전개판도 없어 좁은 소해 폭과 낮은 망고로 느린 속도(약 1.5 노트)로 예망하기 때문에 도피능력이 있는 어류는 대부분이 탈출하는 것으로 추정되었다. 즉, 혼획된 123종의

평균 어획 중량은 16.0g이었으며, 비교적 많은 양이 어획된 보구치, 개서대, 병어, 덕대, 꼬치고기는 대부분이 최소성숙체장보다 작은 미성숙어가 어획되었으며, 이들은 그대로 해상에서 투기되고 있었다. 따라서 새우조망에 부수적으로 어획되어 해상에 투기되는 어자원을 보호 육성하여 효율적으로 이용하기 위해서는 분리·선택 기능을 가진 어구의 개발이 필요한 실정이다.

어획시험의 어획물 중에서 상품으로 이용된 어획량은 약 54%이었으며, 나머지 약 46%는 부수어획물로서 해상에서 투기되었다. 이와 같은 어획물의 이용율은 북동대서양 트롤어업(Allain *et al.*, 2003)에서의 47.5%와 새우조망 어획물(Lancaster and Frid, 2002)에서의 56%와는 비슷하다. 그러나 지구상에서의 부수어획량은 2천8백7십만톤이고, 이 중 2천7백만톤이 투기되는 것으로 알려져 있다. 특히 새우트롤에서는 부수어획량이 1천1백만톤이고, 이 중 9백5십만톤이 투기되고 있으며(Alverson *et el.*, 1994), 많은 부수어획량과 투기량이 새우어획량의 1~30배 정도라는 보고도 있다(Vendeville P., 1990). 이와 같이 부수어획량과 투기량이 높은 새우트롤에 비하면, 우리나라의 새우조망은 부수어획물이 적으면서 새우를 포획하는데 아주 합리적인 어구라고 판단할 수 있다. 또한 트롤과 같은 인망어구의 끝자루 망목이 커짐에 따라 부수어획량과 투기량은 감소하므로(Alverson *et el.*, 1994), 새우조망에서도 끝자루 망목을 확대하면 부수어획량과 투기량은 감소할 것이다. 따라서 16*mm*의 작은 망목에 부수어획되는 소형어 또는 치자어를 남획으로부터 보호하기 위해서는 지역에 따라 분포를 달리하는 새우의 분포 특성을 이용하여, 각 해역의 주 대상 새우에 알맞은 적정망목을 사용함으로서 부수어획과 치자어의 남획도 함께 방지할 수 있을 것이다.

대롱수염새우의 산란시기는 9~11월까지로 Chalayondeja and Tanouel(1971)의 보고와 비슷하며, 암컷 성숙단계에 의한 50% 군성숙갑각장 20.3*mm*와 성장

식에서 추정된 암·수컷의 이론적 최대갑각장 43.78*mm*, 27.50*mm* 등은 Ohtomi 등(1998)이 보고한 군성숙갑각장 25.3*mm*와 Ohtomi and Irieda(1997)의 암·수컷의 이론적 최대갑각장이 각각 45.76*mm*, 33.09*mm*로 보고한 것과는 약간의 차이를 보이는데, 이는 서식환경에 의한 성장차이로 판단되었다. 성장비교지수(φ')에서도 본 연구의 암·수컷이 3.29, 3.15로 Ohtomi and Irieda(1997)의 암·수컷 3.18, 2.97과 비슷한 것으로 보아 성장은 유사한 것으로 판단되었다. 자원특성치에서 암 · 수컷의 순간 전사망 계수는 1.87과 2.93이고, 순간 어획사망계수는 0.65, 0.87로서 개발률은 각각 35%, 30%, 어획개시연령은 암 · 수컷 0.67과 0.73세이며, 이때의 어장가입갑각장은 각각 21.6*mm*와 20.4*mm*로 추정되었다.

초도~손죽도 수역에서 어획되는 꽃새우의 산란시기는 6~8월로 Cha 등(1977) 등의 6~8월과 Kim(1977)의 6월 중순부터 8월까지와 비슷하며, Kim 등(1984)의 5월 하순부터 9월 중순까지와는 약간의 차이를 보였다. 그리고 꽃새우의 성숙단계에 의한 군성숙갑각장은 18.9*mm*로, Cha *et al.*(1997) 등의 15.4*mm*와 차이는 환경에 의한 성장 차이로 추정되었다. 그리고 성장식의 이론적 최대갑각장은 암 · 수컷이 29.54*mm*, 18.95*mm*로, 서해 개체군의 암 · 수컷 각각 24.64*mm*, 19.00*mm*로 두 지역간 차이를 보였다. 그러나, 두 지역의 성장비교지수(φ')가 암·수컷 각각 3.08과 2.86로 동일하여 성장은 유사한 것으로 판단되었다(Cha *et. al.*, 2003). 꽃새우 암·수컷의 순간 전사망계수는 2.85와 2.75이고, 순간 어획사망계수는 각각 1.18과 0.35로서 개발률은 각각 41%, 13%로서 수컷이 낮은 값을 보였으며, 어획개시연령은 암 · 수컷 0.47과 0.41세이며, 이 때의 어장가입갑각장은 18.0*mm*와 13.5*mm*로 최소성숙갑각장(CL_{50})보다 작았다.

초도~손죽도 수역에서 어획되는 민새우 산란시기는 7~9월까지로 서해 영

광 주변해역과 일본 Ariake해 보다 1개월 정도 늦은 것으로 나타났다. 민새우 성숙단계에 의한 군성숙갑각장은 12.5*mm*로 인도양의 *P. stylifera* 전장 70*mm*(Geetha and Nair, 1992)와, *P. sculptilis* 전장 88*mm*(Sukumaran and Rajan, 1986)보다 작았으며, 이는 환경에 의한 성장 차이로 판단되었다. 또한, 성장식의 이론적 최대갑각장은 암·수컷이 각각 22.00*mm*(전장 76.87*mm*), 15.00*mm*(전장 50.00*mm*)로, 같은 속의 *P. hardwickii*의 128*mm*와 *P. stylifera*의 암·수컷이 각각 13.5*cm*, 10.8*cm*(Li *et al.*, 2000; Suseelan and Rajan, 1989)인 것과는 상당한 차이가 있었다. 이러한 차이는 보리새우과 새우류는 서식해역의 수온에 따라 성장에 많은 영향을 받는다는 보고와 일치한다(Pauly, 1982). 민새우 암·수컷의 순간 전사망계수는 각각 2.55과 4.88, 순간 어획사망계수는 각각 0.89, 2.20, 개발률은 각각 35%와 45%로서 암·수간에 차이를 보였다. 어획개시연령은 암·수컷 0.35와 0.46세로서, 이 때의 어장가입갑각장은 7.7*mm*와 7.6*mm*로 최소성숙갑각장(CL_{50})보다 작았다. 이와 같이 대롱수염새우, 꽃새우 그리고 민새우의 산란기, 군성숙갑각장, 어장가입갑각장 및 개발률은 종마다 각각 다른 것으로 나타났다.

새우조망에 어획되는 대롱수염새우에 대한 망목선택성 실험에서 추정한 표본망목선택성곡선의 50% 선택점$(CL/M)_{50}$은 0.67이었다. FAO의 새우트롤 망목선택성에 관한 보고(Vendeville, P., 1990)의 *Penaeus orientalis, Penaeus notialis, Penaeus duorarum, Parapenaeopsis stylifera*의 선택점$(CL/M)_{50}$은 각각 0.40, 0.37~0.52, 0.35~0.37, 0.30로서 대롱수염새우의 0.67과의 차이는 형태적 차이보다는 예망속도 등의 어구어법에 의한 차이로 판단되었다. 대롱수염새우의 표본망목선택성곡선의 선택점에 최소성숙갑각장(20.3*mm*)을 적용한 적정망목은 30.25*mm*로 추정되고, 시장에서 높은 가격을 받는 상품(上品)의 최저갑각장(25*cm*)에 대한 적정망목은 37.3*mm*로 나타났다. 그리고 대롱수염새우의 표본

망목선택성곡선에서 꽃새우와 민새우의 동주장으로 환산한 꽃새우와 민새우의 표본망목선택성곡선의 50% 선택점은 0.73이었으며, 이 때 꽃새우의 최소성숙갑각장(18.9*mm*)에 50% 선택점을 적용한 적정망목은 25.5*mm*, 민새우의 최소성숙갑각장(12.5*mm*)에 50% 선택점을 적용한 적정망목은 16.9*mm*이었다.

이는 현행 수산자원보호령의 규제망목 15*mm*로서는 새우류의 가입자원을 합리적으로 관리할 수 없다는 사실을 나타내며, 어획 대상 종에 알맞은 적정망목을 사용해야할 필요성을 제시하고 있다.

위의 결과를 종합하여 보면, 새우조망 총 어획량 중에서 새우류의 어획량은 85.4%이었으며, 총 어획량 중 상품으로 출하되는 양은 약 54%이고, 나머지 약 46%는 어류, 두족류, 게류, 연갑류 및 상품 가치가 없는 새우로서 해상에서 바로 투기되었다. 특히 어류는 대부분이 20g 미만의 소형어이거나 자치어로 나타났다. 이와 같이 소형어나 치자어가 부수어획되는 새우조망에서는 어획단계에서 적정망목을 사용하여 합리적인 자원 관리를 도모하는 것이 대단히 중요하다. 대롱수염새우, 꽃새우 그리고 민새우의 최소성숙갑각장을 고려한 각각의 적정망목인 30.2*mm*, 25.5*mm* 및 16.9*mm*의 어구를 사용한다면 현재 해상에서 투기되는 새우, 소형어 및 치자어의 어획을 사전에 방지할 수 있으며, 현행의 규제 망목 15*mm*에 비하여 부수어획물의 혼획도 크게 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

Ⅵ. 요 약

새우조망어업은 연안에서 주로 조업하고 있을 뿐만 아니라 자루그물의 망목이 대단히 작아서 각종 수산자원의 치자어를 남획할 우려가 있어 비상한 관심을 받고 있는 어업이다. 본 연구에서는 새우조망어업의 실태조사와 시험어구에 의한 어획시험을 통하여 어획물의 조성과 더불어 부수어획물의 투기현황을 분석하였다. 또한, 이들 어획물을 표본으로 하여 주요 새우류의 자원생물적 특성치를 추정하고, 이를 바탕으로 망목선택성에 의한 주요 새우류의 자원관리 방책을 제시하고자 하였다.

1998년 11월부터 1999년 10월까지 총 180회에 걸쳐 실시한 새우조망의 시험어획에서 총 어획물은 23목 80과 134속 175종이었으며, 중량은 2,162.1*kg*이었다. 이 중에서 새우류는 36종 1,847.2*kg*(85.4%), 어류는 123종 211.5*kg*(9.8%), 게류는 8종 71.5*kg*(9.8%), 연갑류는 1종 19.0*kg*(0.9%), 두족류 7종 12.9*kg*(0.6%) 순으로 어획되었다. 어획된 새우류 중에서 그라비새우와 민새우는 초도~손죽도 해역(수심 20~40*m*), 대롱수염새우와 긴줄꼬마도화새우는 거문도 해역(수심 50~80*m*)에서 주로 어획되었다.

어획된 어류의 어종별 평균 중량은 16g(범위 0.7g~560g)이며, 또한 많은 양이 어획된 보구치, 개서대, 병어, 덕대, 꼬치고기 등 대부분의 어류는 최소성숙체장보다 작은 미성어로서, 어획시 해상에서 바로 투기되고 있었다.

어획물 중에서 상품 가치가 높은 그라비새우와 대롱수염새우는 전체 어획량의 약 54%이고, 나머지 46%는 부수어획물로서 상품이 되지 못하는 작은 새우도 포함되어 있었다.

대롱수염새우의 산란시기는 9~11월이고, 암컷의 성숙단계에 의한 군성숙갑

각장(CL_{50})은 20.3*mm*이고, 성장식에서 추정된 암컷의 이론적 최대갑각장(L_∞)과 성장계수(K)는 43.78*mm*와 1.02/yr이고, 수컷은 27.50*mm*와 1.85/yr였다. 그리고 암·수컷의 순간 전사망계수는 각각 1.87/yr과 2.93/yr이고, 순간 자연사망계수는 1.22/yr과 2.06/yr이었으며, 어획개시연령(t_c)은 0.67, 0.73세로서 이 때의 어장가입갑각장 21.6*mm*와 20.4*mm*로 추정되었다.

꽃새우의 산란시기는 6~8월이고, 암컷의 성숙 단계에 의한 군성숙갑각장은 18.9*mm*이었고, 성장식에서 추정된 이론적 최대갑각장과 성장계수는 암컷 29.54*mm*와 1.40/yr이고, 수컷은 18.95*mm*와 2.00/yr이었다. 그리고 암·수컷의 순간 전사망계수는 각각 2.86/yr과 2.75/yr이고, 순간 자연사망계수는 1.67/yr과 2.40/yr이었으며, 암·수컷의 어획개시연령(t_c)은 0.47, 0.41세로서, 이 때의 어장가입갑각장은 18.0*mm*와 13.5*mm*로 추정되었다.

민새우의 산란시기는 7~9월이고, 암컷의 성숙 단계에 의한 군성숙갑각장은 12.5*mm*이었고, 성장식에서 추정된 이론적 최대갑각장과 성장계수는 암컷 22.00*mm*와 1.22/yr이고, 수컷은 12.66*mm*와 2.00/yr이었다. 그리고 암·수컷의 순간 전사망계수는 각각 2.55/yr과 4.88/yr이고, 순간 자연사망계수는 1.66/yr과 2.68/yr이었으며, 암·수컷의 어획개시연령(t_c)은 0.35, 0.46세로서, 이 때의 어장가입갑각장 7.7*mm*와 7.6*mm*로 나타났다. 대롱수염새우와 꽃새우 그리고 민새우 암컷의 자원 개발률은 각각 34.9%, 42.0%, 35.0%이었다.

대롱수염새우에 대한 망목선택성 어획시험에서 추정한 표본망목선택성곡선의 50% 선택점$(CL/M)_{50}$은 0.67로 최소성숙갑각장 20.3*mm*를 적용한 적정망목은 30.3*mm*이고, 현지에서 높은 상품 가치의 기준이 되는 최소갑각장 25*mm*를 적용한 적정망목은 37.8*mm*로 추정되었다.

대롱수염새우의 표본망목선택성곡선에서 꽃새우와 민새우의 동주장으로 환산한 꽃새우와 민새우의 표본망목선택성곡선의 50% 선택점은 0.73이었다. 꽃

새우의 최소성숙갑각장 18.9*mm*를 적용한 적정망목은 25.5*mm*(선택 구간 16.6 *mm*)이며, 민새우의 최소성숙갑각장 12.5*mm*를 적용한 적정망목은 16.9*mm* (선택 구간 11.0*mm*)로 추정되었다.

감사의 글

2000년 박사과정 진학부터 본 논문이 완성되기까지 많은 지도와 격려를 해 주신 부경대학교 이주희 지도 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

바쁘신 중에도 세심한 지도와 조언으로 이 논문을 심사해 주신 부경대학교 이장욱 교수님, 이춘우 교수님, 국립수산과학원 정의철 과장님, 부경대학교 김형석 교수님께 진심으로 감사드립니다.

학위 과정을 무사히 마치고 본 논문을 완성할 수 있도록 많은 가르침과 관심을 쏟아 주신 부경대학교 해양생산시스템공학과 및 해양생산관리학과 교수님 여러분께도 진심으로 감사드립니다.

현장 실험에 협조해 주신 김주일 연구관님, 고정락 박사님, 조영복군, 유제법군 그리고 새우류 생태와 자원을 접할 수 있도록 안내해 주신 국립수산과학원의 차형기 박사님, 이재봉 연구사님과 부경대학교 최정화 박사님께 감사의 뜻을 표하며, 깊은 관심과 조언을 더해 주신 국립수산과학원 박영철 부장님, 백철인 과장님, 김진영 과장님, 신종근 연구관님, 문대연 연구관님, 안두해 박사님, 최영민 연구사님 그리고 어장·어구학 실험실 선후배님께도 진심으로 감사드립니다.

실험 과정 동안 여러 가지 도움과 격려를 주신 국립수산과학원 강무현 원장님을 비롯한 직원 여러분께 깊은 감사를 드리며, 항상 관심과 격려를 아끼지 않으신 부경대학교 권병국 박사님, 정순법 박사님께도 고마운 마음을 전합니다.

끝으로 사랑과 헌신으로 저에게 항상 힘이 되어준 가족, 친지에게 이 논문을 작은 선물로 드립니다.

참 고 문 헌

Adiyodi, R. G. and T. Subramonian (1983) : Reproductive Biology of Invertebrates, Arthropoda-Crustacea, 1(18), 443~495.

Allain, V., A. Biseau and B. Kergoat (2003) : Preliminiary estimates of French deepwater fishery discards in the Northeast Atlantic Ocean. Fish. Res., 60, 185~192.

Alverson, D. L., N. H. Freeberg, J. G. Pope and S. A. Murawski (1994) : A global assessment of fisheries bycatch and discarda. Roma, FAO, p233.

An, Y. R. (1996) : Seasonal variation of Decapoda community in Zostera marina bed in Kwangyang Bay. M.S. Thesis, Pukyong National Univ., pp. 70 (in Korean).

Ayub, S. and M. Ahmed (2002) : Maturation and spawning of four commercially important penaeid shrimps of Pakistan. Indian. J. Mar. Sci., 31, p119~124.

Bhattacharya, C. G. (1967) : A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components, Biometrics, 23, 115~135.

Campos, A., P. Fonseca and K. Erizini (2002) : Size selectivity of diamond and square mesh cod ends for rose shrimp (*Parapenaeus longirostris*) and Norway Lobster (*Nephrops norvegicus*) off the Portuguese south coast. Fish. Res., 58, 281~301.

CHA, H. K., Y. C. PARK, I. J. YEON, S. T. KIM, and S. H. HONG (1997) : Maturation and Spawning of *Trachypenaeus curvirostris* Stimpson (decapoda : Penaeidae) in the Southern Coast of Korea. Bull. Nat. Fish. Res. Dev. Institute, 53, 55~64 (in Korean).

CHA, B. Y., B. Q. Hong, H. S. Jo, and H. S. Sohn (1999) : Species Composition of shrimp collected by Shrimp Trawl in the Coastal Water of Sacheon. bull. Nat'l. fish. Res. Dev. Inst. Korea 56, 45~53 (in Korean).

Cha, H. K., Lee, J. U., Park, C. S., Baik, C. I., Hong, S. Y., Park, J. H., Lee, D. W., Choi, Y. M., Hwang, K. S., Kim, Z. G., Choi, K. H., Sohn, H.

S., Sohn, M. H., Kim, D. H. and Choi, J. H. (2001) : Shrimps of the Korean Waters, National Fisheries Research and Development Institute, pp. 188 (in Korean).

Cha, H. K., Oh, C. W., Choi, J. H. (2003) : Biology of the cocktail shrimp, *Trachysalambria curvirostris* (Decapoda: Penaeidae) on the Yellow Sea of Korea, Journal Marine Biology Association of UK. (in press)

Cha, S. S. and K. J. Park (1997) : Seasonal changes in species composition of fishes collected with a bottom trawl in Kwangyang Bay, J. Ichthyol., 9(2), 235~243 (in Korean).

Chalayondeja, K., Tanoue, T. (1971) : On the Shrimp Fishery and biology of *Solenoceca Prominestis* Kubo (Decapoda Penaeidae) in Kagoshima Bay, Mem. Fac. Fish. Kagoshima. Univ., 20, 99~110 (in Japanese).

Demestre, M., Abello P. (1993) : Growth and distribution of *Solenoceca membranacea*(Russo, 1816, Decapoda; Dendrobranchiata) in the northwestern mediterranean Sea, SCI-MAR.-BARC. Lieonart, J. ed., 57, 161~166.

Gab-Alla, A. A., Hartnoll, R. G., Ghobashy, A. F. and Mohammed, S. Z. (1990) : Biology of penaeid prawns in the Suez Canal lakes, Marine Biology, 107, 417~426.

Garcia, S. (1977) : Biologie et dynamique des populatuons de crevette roses (P. duorarum, Perez Farfante, 1967) en Cô d'Ivoire. Trav. Doc. ORSTROM, 79, 1~271.

Geetha, S. and Nair, N. B. (1992) : Reproductive biology of *Parapenaeopsis stylifera*. J. Indian Fish. Assoc., 22, 1~12.

Graham, N. (2003) : By-catch reduction in the in the North Sea brown shrimp, *Crangon crangon* fisheries using a rigid separation NordmØre grid (grate). Fish. Res., 59, 393~407.

Guéguen, F. (1998) : Biologie de la crevette profonde *Solenoceca acuminata* en Guyane francaise. C. R. Acdd. Sci. Paris. Sciences de la vie / *Life Sciences*, 321, 385~394.

Han, K. H., Y. M. Yun, H. C. Yang (1998) : Seasonal variation in abundance and species composition of fishes community off Myo-do

in Kwangyang Bay, Korea. Bull. Yosu Nat'l. Univ., 13(2), 1025~1046 (in Korean).

Hong, S. Y. and C. W. Oh (1989) : Ecology of sand shrimp, *Crangon affinis* in the Nakdong river estuary, J. Korean fish. Soc., 22, 351~362 (in Korean).

Huh, S. H. and Y. R. An (1997) : Seasonal variation of shrimp (Crustacea: Decapoda) community in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in the Kwangyang Bay, J. Korean fish. Soc., 30, 532~542 (in Korean).

Huh, S. H. and Y. R. An (1999) : Species Composition an Seasonal Variation of Shrimp Assemblage in the Coastal Water of Gori, J. Korean fish. Soc., 32, 784~799 (in Korean).

Ikematsu, W. (1963) : Ecological Studies on the Fauna of Macrura and Mysidacea in the Ariake Sea, Bull Seikai Regional Fisheries Res. Lab., 30, 1~124 (in Japanese).

Lancaster Jane and C. L. J. Frid (2002) : The fate of discarded juvenile brown shrimps (Crangon crangon) in the Solway Firth UK fishery. Fish. Res., 58, 95~107.

JEONG, S. B., J. H. LEE and S. G. KIM (1993) : The Mesh Selectivity of Trawl Cod-end for the Compressed Form Fisnes. Bull. Korean Fish. Tech. Sopc., 29(4), 247~259 (in Korean).

KIM, Y. H., B. K. CHO and H. K. CHUNG (1984) : Study on the Fishing Gear and Method of Shrimp, *Trachypenaeus curvirostris* Bull. Nat. Fish. Res. Dev. Agency, 32, 31~40 (in Korean).

Kim, Y. H., Lee, S. D. and Kim, B.G. (1984) : Ecological study on the shrimp, *Trachypenaeus curvirostris*, Korea Bulletin of National Fisheries Research Development and Institute, 32, 25-30 (in Korean).

King, M. (1995) : Fisheries Biology, Assessment and Management. Fishing News Books, Oxford, pp. 341.

Kubo, I. (1949) : Studies on the Penaeids of Japanese and its adjacent waters, Journal of the Tokyo College of Fisheries, 36(1), 393~398(in Japanese).

Kulkarni, G. K., Nagabhushanam, R (1982) : Reproductive biology of female penaeid prawn; *Parapenaeopsis hardwickii* (Miers) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). J. ANIM. MOROHOL. PHYSIOL., 29, p55~62.

LEE, J. H., S. G. KIM and J. G. KIM (1992) : A Study on the Selectivity of the Trawl Net for the Demersal Fishes in the East China Sea - I , Catch Rate by Mesh Size of Cod-end. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 28(4), 360~370 (in Korean).

LEE, J. H., S. G. KIM, J. G. KIM (1994) : Studies on the Selectivity of the Trawl Net with the Square Mesh Cod-end - I , - Selectivity of the Square Mesh Cod-end -, Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 30(3), 161~171 (in Korean).

LEE, D. J., J. G. KIM and H. H. SHIN (1998) : Investigation of the Potential Fisheries Resources in the Southern Waters of Korea, - Biological Composition of Demersal Trawl catches -, Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 34(3), 241~258 (in Korean).

Lee, W. O., Y. J. Lee, I. S. Kim (1990) : Sea fishes collected from Kohung Peninsula of Cholanam-do, Korea. Bulletin of Insititute of Littoral Biota, Mokpo Nat'l. Univ., 7, 31~43 (in Korean).

Li, M., H. Ni, J. Zhu, H. Song and C. Yu (2000) Population dynamics and estimation of sustainimg yield for *Parapenaeopisis hardwickii* in the northern area of East China Sea, J. fish. China., 24, 364~369.

Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Ueno. and T. Yoshino (eds) (1984) : The Fishes of the Japanese Archipelago. Tokai Univ. Press, 437 (in Japanese).

Miyao, M. and Yamaguchi, K. (1989) : Mesh selectivity for deep-sea shrimp, Pandalus borealis KROYER by thedanish seine fishert('Teguri' Type 1). Bull. Niigata. Prefect. Fish. Exp. Stn., 13, 1~10.

Mounsey, R. P., G. A. Baulch and R. C. Buckworth (1995) : Development of a trawl efficiency device (TED) for Australian prawn fisheries. I . The Aus TED design. Fish. Res., 22, 99~105.

Nakabo, T., M. Aizawa, Y. Anomura, Akihito, Y. Ikeda, K. Sakamoto, K. Shimada, H. Senoum, K. Hatookka, M. Hayashi, K. Hosoya, U.

Yamada and T. Yoshino (1993) : Fishes of Japan with Pictorial a Keys to the Species, Tokai Univ. Press, 1162 (in Japanese).

Nelson, J.S. (1994) : Fishes of the World(3rd eds.). John Wiley & Sons, New York, pp. 550.

Nishikawa, T., Tanda, M. and Nagahama, T. (1994) : Mesh selectivity of small otter trawl targeting southern rough shrimp *trachypenaeus curvirostris* in Bay. Bull. Hyogo. Prefect. Fish. Exp. Stn., 31. 1~8.

Noro, T., T. MIURA, M. KAKIMOTO (1991) : Water quality off Kiire, Kagoshima Bay, Japan. Mem. Fac. Fish. Kogoshima Univ., 40, 35~46 (in Japanese).

Ohtomi, J., Irieda, S. (1997) : Growth of the deep-water mud shrimp *Solenocera melantho* De Man, 1907 (Decapoda, penaeoidae, solenoceidae) in Kagoshima Bay, southern Japan, Crustaceana, 70, 45~58 (in Japanese).

Ohtomi, J., Yamamoto, S. and Koshio, S. (1998) : Ovarian maturation and spawning of the deep-water mud shrimp *Solenocera melantho* De Man, 1907(Decapoda, penaeoidae, solenoceidae) in Kagoshima Bay, southern Japan, Crustaceana, 71, 672~685 (in Japanese).

Park, K. Y. and W. O. Lee (1988) : A list of the fishes collected in the Sohuksan-do and the Haui-do Chollanam-do, Bulletin of Insititute of Littoral Biota, Mokpo Nat'l Univ., 5, 69~85 (in Korean).

Park, K. Y. (1993) : Larval development of *Trachypenaeus curvirostris* (Stimpson) (Decapoda: Penaeidae) reared in the laboratory. M.S. Thesis, National Fisheries University of Pusan, 33 (in Korean).

Park, S. H., J. H. LEE and S. G. KIM (1990) : Fishing Experiment on Selectivity of Trawl Net, Bull. Korean Fish. Tech. Soc. 26(3), 244~253 (in Korean).

Pauly, D. and Gaschütz, G. (1979) : A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators, ICES C.M. 1979/G: 24, 26.

Pauly D. (1980) : On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish

stocs. J. Cons. int. Explor. Mar. 39(3), 175~192.

Pauly, D. (1982) : Studying single species dynamics in a tropical multispecies context. In: Pauly, D., Murphy, G.I. (eds.), Theory and Management of Tropical Fisheries. ICLARM Conference Proceedings, ICLARM, 9, 33~70.

Pauly, D. and Munro, J. L. (1984) : Once more on the comparison of growth in fish and invertebrate, Fishbyte, 2, 21.

Polet, H. (2000) : Codend and whole trawl selectivity of a shrimp beam trawl used in the North Sea. Fish. Res., 48, 167~183.

Polet, H. (2002) : Selectivity experiments with sorting grids in the North Sea brown shrimp (*Crangon crangon*) fishery. Fish. Res., 54, 217~233.

Ricard P. M., A. B. Graham and C. B. Rick (1995) : Development of a trawl efficiency device (TED) for Australian prawn fisheries. I .The Aus TED design. Fish. Res., 22, 99~105.

Ragonese, S., M. L. Bianchini and L. Di. Stefano (2002) : Trawl cod-end selectivity for deepwater red shrimp (*Aristaeomorpha foliacea,* Risso, 1827) in the Strait of Sicily (Mediterranean Sea). Fish. Res., 57, 131~144.

Ronquillo, J. D. and Saisho, T. (1995) : Developmental stages of *Trachypenaeus curvirostris* (Decapoda, Penaeidae) reared in the laboratory, Crustaceana, 68, 833~863.

SHIN, H. H., D. J. HWANG and Y. J. KIM (2002) : Studies on the Distribution of Fisheries Resources by Bottom Trawling in the Yellow Sea, Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 38(2), 129~139 (in Korean).

Sobrino, I., T. garcia and J. Barb (2000) : Trawl gear selectivity and the effect of mesh size on the deep-water rose shrimp (*Parapeneaus longirostris,* Lucas, 1846) fishery off the gulf of cadiz (SW Spain). Fish. Res., 44, 235~245.

Subramanian, V. T. (2000) : Fishery and biology of penaeid prawn *parapenaeopsis maxillipedo* Alcock along Chennai (Madras) coast. India J. Fish., 47, 175~183.

Sukumaran, K, K., and K. N. Rajan (1986) : ON BIOLOGY OF THE PENAEID *PARAPENAEOPSIS SCULPTILIS(HELLER)* IN THE BOMBAY AREA. India J. Fish. 33, 440~449.

Suseelan, C. and K. N. Rajan (1989) : Stock assessment of the kiddli shrimp (*Parapenaeopisis stylifera*) off Cochin, India, Contribution to tripical fish stock assessment in india, papers prepared by the participants at the FAO danida ICAR national follow up training course on fish stock assessment. cochin, india, 15~30.

Tokai, T., and T. Kitahara (1989) : Methods of determining the mesh selectivity curve of trwalnet. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55, 643-649 (in Japanese).

Tokai, T. and H. Sakaji (1993) : Mesh Selectivity of a Shrimp Trawl for Tora Velvet Shrimp *Metapenaeopsis acclivis*, Kishi velvet Shrimp *Metapenaeopsis dalei* and Smoothshell Shrimp *Parapenaeopsis tenella*. Bull. Nansai. Natl. Fish. Res. Inst., 26, 21~30 (in Japanese).

Tokai, T. (1993) : Fisheries Management of a Small Shrimp Trawl in the Seto Inland Sea. -Discarded Fishes and Mesh Size Regulation -, Bull. Nansai. Natl. Fish. Res. Inst., 26, 31~106 (in Japanese).

Ueta, Yukio (1996) : Vertical Distribution of Shrimps and Prawns in Kii Channel, Nippon Suisan Gakkaishi, 62, 572~577 (in Japanese).

Vendeville, P. (1990) : Tropical shrimp fisheries, -Types of fishing gear used and their selectivity-, Roma, FAO, pp. 75.

ZAR J. H. (1984) : Biostatistical analysis, Prentice-Hall International, Inc.

金良燮 (1994) : 새우 빔 트롤 漁具의 改良에 관한 硏究, 麗水水大 水産工學科 碩師學位論文.

국립수산진흥원 (1997) : 한국 근해 30년 평균수온 및 변동범위, pp. 291.

국립수산과학원 (2000) : 한국어구도감, 한국그라피스, 309-316.

김성태, 박승렬, 손팔원, 손호선, 최정화, 김정년, 최화영 (2002) : 거제 새우조망 어업자원조사, 남해수산연구소, pp. 114.

김수암 (1991) : 수산자원, 우성문화사, pp. 175.

金容浩・李生東・金伯均 (1984) : 꽃새우 生態에 關한 硏究, 수진연구보고 32, 25~30.

김훈수 (1977) : 한국동식물도감 제 19권 동물편(새우류), 문교부, pp. 414.

장대수, 김주일, 손송정, 오택윤, 김종빈, 고정락, 차형기, 차병렬, 김영혜, 박승윤, 박호선 (2001) : 진도군 새우조망 어업자원조사, 남해수산연구소, pp. 133.

장대수, 김종빈, 김영혜, 차병렬, 정준호, 권승배, 박순호, 주우형, 김병득, 선종도 (2002) : 고흥군 새우조망 어업자원조사, 남해수산연구소, pp. 81.

장대수, 김종빈, 김영혜, 송향수 (2002) : 강진군 새우조망 어업자원조사, 남해수산연구소, pp. 124.

장창익 (1991) : 수산자원생태학, 우성문화사, pp. 175.

정문기 (1977) : 한국어류도감, 일지사, pp. 727.

한국동물분류학회 (1997) : 한국동물명집(곤충제외), 아카데미서적, pp. 489.

한규설 (2002) : 소형기선저인망 어업의 문제점, 선학사, pp. 128.

해양수산부 (2002) : 해양수산통계연보.

Appendix 1. Species composition of shrimps by monthly in Geomundo, Korea.

Species \ Month	1998. Nov.		Dec.		1999. Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
Penaeus chinensis	8	528.60	5	306.89	2	69.60	2	141.42	5	153.60	2	65.40		
Penaeus japonicus	2	41.30	5	63.75										
Solenocela melantho	181	2,298.50	315	3,558.27	55	707.88	323	3,744.50	485	6,014.41	97	1,228.71	57	713.28
Metapenaeus joyneri	334	2,029.41	58	559.09	99	360.55	26	70.22	59	246.67	48	252.52		
Trachysalambria curvirostris	998	5,442.42	3,110	15,616.83	1,441	5,288.91	1,651	9,164.98	1,305	5,276.75	1,050	5,503.10	6,928	47,983.44
Parapenaeopsis tenellus	338	333.38	13,274	7,987.35	1,935	1,353.16	594	377.00	912	846.61	1,353	1,032.49	308	309.18
Parapenaeus fissurus	234	874.20	394	2,444.83	124	710.33	564	4,294.04	140	337.43	67	186.70	128	719.70
Metapenaeopsis dalei	3	8.10	20	37.45	30	41.48	588	576.25	7	10.16			124	284.66
Parapeneus sextuberculatus														
Trachypeneopsis sp.	4	8.85												
Parapenaeopsis hardwickii	1	1.50												
Penaeus sp.														
Acetes chinensis					4	1.66	70	15.36	75	26.51	3	1.10		
Leptochela gracilis	11	3.46							5	2.14	78	42.29	2	0.80
Palaemon gravieri	116	198.03	1,589	2,608.89	1,474	2,565.53	2,751	2,335.06	3,573	6,732.56	2,315	4,490.62	31,148	64,035.46
Exoplaemon carnicuda									4	4.38				
Palaemon tenuidactylus											2	2.40	1	0.60
Palaemon macrodactylus							3	2.90			13	18.95	1	0.78
Palaemon pacificus	5	2.22												
Palaemon sp.			1	1.00										
Alpheus japonicus	21	29.51	178	196.45	234	333.47	359	1,164.39	76	88.70	85	132.90	8	11.71
Ogyrides orientalis			2	0.74	22	58.80								
Heptacrpus futilirostris	16	8.52	219	114.20	53	27.89	71	123.35	32	284.80	31	10.66	12	2.40
Heptacarpus rectirostris	44	20.58												
Latreutus planirostris	3	0.81			6	1.90			2	0.48	1	0.40		
Latreutus mucronatus					8	4.53								
Birulia kishinouyei					18	6.76								
Lysmata vittata									3	0.64	5	11.80		
Pandalus prensor			4	6.64			11	4.48						
Pandalus gracilis														
Plesionika izumiae	377	342.24	1,517	1,045.95	3,581	2,228.11	20,055	12,883.13	9,216	9,724.70	1,793	1,355.61	3,484	2,227.96
Plesionika martia														
Plesionika ortmanni														
Cragon hakodatei	43	39.82	257	256.50	438	633.69	2,538	4,262.97	1,429	2,740.04	424	399.18	412	380.05
Sabinea sp.							22	5.87						
Nephrops thomsoni					5	12.50								
Total	2,739	12,211.45	20,948	34,804.83	9,529	14,406.75	29,628	39,165.92	17,328	32,490.58	7,367	14,734.83	42,613	116,670.02
Abundance(%)	0.39	0.66	2.99	1.88	1.36	0.78	4.23	2.12	2.47	1.76	1.05	0.80	6.08	6.32

N=number of individuals, W=wet weight (g)

Appendix 1. (Continued)

Species \ Month	Jun.		Jul.		Aug.		Sep.		Oct.		Total.		Abund(%)	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
Penaeus chinensis									3	80.10	27	1,345.61	0.00	0.07
Penaeus japonicus							2	85.00	44	2,010.00	53	2,200.05	0.01	0.12
Solenocela melantho	7,036	99,642.42	20,630	206,162.64	7,302	91,900.37	4,237	64,081.59	10,122	120,841.30	50,840	600,893.87	7.24	32.18
Metapenaeus joyneri									2,304	10,039.56	2,928	13,558.02	0.42	0.73
Trachysalambria curvirostris	3,695	21,835.65	6,151	39,343.28	4,365	21,037.41	2,527	11,329.61	6,024	22,360.61	39,245	210,182.99	5.59	11.26
Parapenaeopsis tenellus	3,964	5,026.82	39,222	57,231.62	13,364	32,164.73	1,316	3,165.16	2,503	2,284.00	79,083	112,111.50	11.25	6.00
Parapenaeus fissurus	788	5,294.52	7,387	37,134.85	1,234	4,648.99	986	3,826.80	819	4,512.66	12,865	65,035.05	1.83	3.48
Metapenaeopsis dalei							6	31.74			778	989.84	0.11	0.05
Parapeneus sextuberculatus									20	168.00	20	168.00	0.00	0.01
Trachypeneopsis sp.											4	8.85	0.00	0.00
Parapenaeopsis hardwickii											1	1.50	0.00	0.00
Penaeus sp.			61	596.43							61	596.43	0.01	0.03
Acetes chinensis							60	117.64			212	162.27	0.03	0.01
Leptochela gracilis											96	48.69	0.01	0.00
Palaemon gravieri	53,449	101,961.29	215,860	345,709.89	5,070	11,826.00	7,160	17,981.77	16,445	20,333.05	340,950	580,778.15	48.52	31.11
Exoplaemon carnicuda							25	126.50			29	130.88	0.00	0.01
Palaemon tenuidactylus											3	3.00	0.00	0.00
Palaemon macrodactylus	11	23.17									28	45.80	0.00	0.00
Palaemon pacificus											5	2.22	0.00	0.00
Palaemon sp.											1	1.00	0.00	0.00
Alpheus japonicus	68	110.13	838	912.98	115	113.82	100	640.23	122	148.91	2,204	3,883.20	0.31	0.21
Ogyrides orientalis									8	3.04	32	62.58	0.00	0.00
Heptacrpus futilirostris											434	571.82	0.06	0.03
Heptacarpus rectirostris											44	20.58	0.01	0.00
Latreutus planirostris			146	67.29							158	70.88	0.02	0.00
latreutus mucronatus											8	4.53	0.00	0.00
Birulia kishinouyei											18	6.76	0.00	0.00
Lysmata vittata											8	12.44	0.00	0.00
Pandalus prensor					210	493.00	50	178.00			275	682.12	0.04	0.04
Pandalus gracilis									140	187.25	140	187.25	0.02	0.01
Plesionika izumiae	17,012	13,780.58	32,247	31,744.23	9,183	7,558.06	8,098	6,268.17	41,847	83,296.70	153,410	122,455.44	21.83	6.56
Plesionika martia									150	116.50	150	116.50	0.02	0.01
Plesionika ortmanni							20	10.00	70	110.25	90	120.25	0.01	0.01
Cragon hakodatei	669	1,003.49	912	1,542.61	284	218.09	497	242.61	8,635	118,976.50	16,538	130,695.55	2.35	7.00
Sabinea sp.											22	5.87	0.00	0.00
Nephrops thomsoni											5	12.50	0.00	0.00
Total	86,692	248,678.07	328,454	720,495.82	41,127	169,960.47	25,084	108,084.82	89,256	335,468.43	700,765	1,847,171.98	100.00	100.00
Abundance(%)	12.37	13.46	46.87	39.01	5.87	9.20	3.58	5.85	12.74	18.16	100.00	100.00		

Appendix 2. Species composition of fishes collected with bottom trawl in Geomun islands from Nov. 1998 to Oct. 1999

Species \ Month	1998. Nov.		Dec.		1999. Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May		June		July		Aug.		Sep.		Oct.		Total		Abund.(%)		Avg.(g)
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	
Eptatretus burgeri									1	50									1	150					2	200	0.02	0.09	100.0
Scyliorhinus torazame	3	382			12	1,625	3	340	17	1,290					8	720	32	4,070	5	490	4	320	1	130	85	9,367	0.65	4.43	110.2
Raja kenojei			1	560																					1	560	0.01	0.26	560.0
Raja porasa			3	56	6	1,140	2	25	6	120	3	76	1	50	3	275	1	15	2	20	1	10	6	109	34	1,896	0.26	0.90	55.8
Dasyatis akajei			1	5																					1	5	0.01	0.00	5.0
Urolophus aurantiacus															2	89	6	2,045							8	2,134	0.06	1.01	266.8
Anguilla japonica					1	35																			1	35	0.01	0.02	35.0
Muraenesox cinereus			2	180			2	133	6	395	6	157	17	261	6	185	16	610	29	1,371	38	2,210	37	2295	159	7,797	1.22	3.69	49.0
Conger myriaster			3	100	4	197	16	552	7	350	9	270	2	40	37	772	43	1,956	12	430	29	1,685	6	240	168	8,592	1.29	3.12	39.2
Coilia nasus					23	67			2	20							1	15							26	102	0.20	0.05	3.9
Coilia mystus	22	257	7	216	20	65					42	278					25	290							116	1,106	0.89	0.52	9.5
Engraulis japonicus			74	222	13	63			182	1,915	1	11	123	853	32	204	49	260	2	30	20	1,542	10	98	506	3,810	3.90	1.80	7.5
Setipinna taty	63	1,105	36	432			1	10	1	25	79	701			85	756	25	203	61	500	100	1,290	2	40	453	5,062	3.49	2.39	11.2
Thryssa hamiltoni							13	54	6	35			40	251					16	120	153	1,150	172	2190	400	3,800	3.08	1.80	9.5
Thryssa kammalensis	3	36	3	31	37	325							206	1,317			1	5	26	138					276	1,852	2.12	0.88	6.7
Thryssa koreana									1	20	261	1,478													262	1,498	2.02	0.71	5.7
Ilisha elongata	37	278							5	110					3	63									45	451	0.35	0.21	10.0
Konosirus punctatus	4	155	8	444	3	79			6	235	4	145											7	18	25	1,058	0.19	0.50	42.3
Sardinella zunasi	26	150	3	61	110	362			1	5															147	596	1.13	0.28	4.1
Sardinops melanostictus											4	16							1	4					5	20	0.04	0.01	4.0
Glossanodon semifasciatus													3	8											3	8	0.02	0.00	2.7
Maurolicus muelleri									2	5	4	13			16	15	310	185							332	218	2.56	0.10	0.7
Harpadon nehereus			5	84			8	31	3	15	29	248	8	47	1	5									54	430	0.42	0.20	8.0
Saurida elongata													2	10											2	10	0.02	0.00	5.0
Saurida undosquamis													1	5	1	125	1	105	3	255					6	490	0.05	0.23	81.7
Synodus variegatus			1	11																					1	11	0.01	0.01	11.0
Hoplobrotula armata			59	1,420																					59	1,420	0.45	0.67	24.1
Neobythites sivicolus	3	120			7	210	1	60	3	135	3	80	1	20			9	150	20	740	5	225	9	190	61	1,930	0.47	0.91	31.6
Coleorhynchus japonicus			13	250					2	20	1	5	7	14	122	255	231	485	10	385	130	1,428	131	1267	647	4,109	4.98	1.94	6.4
Coleorhynchus multispinulosus											2	14	1	6	1	10	1	8	4	30	1	7			10	75	0.08	0.04	7.5
Lophiomus setigerus	18	8,150	2	415									1	8	3	62	3	115	4	240	8	1,170	1	45	40	10,205	0.31	4.83	255.1
Lophius litulon											1	550							2	170			3	210	6	930	0.05	0.44	155.0
Histrio histrio															2	7			1	4					3	11	0.02	0.01	3.7
Monocentris japonica																	1	35							1	35	0.01	0.02	35.0

N=number of individuals, W=wet weight (g)

Appendix 2. (continued)

Species \ Month	1998.Nov.		Dec.		1999.Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May		June		July		Aug.		Sep.		Oct.		Total		Abund.(%)		Avg.(g)
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	
Ostichthys japonicus											1	5													1	5	0.01	0.00	5.0
Zeus faber			1	250			2	210					2	660	2	160	3	240			1	55			11	1,575	0.08	0.74	143.2
Hypodytes rubripinnis													3	17	2	12									5	29	0.04	0.01	5.8
Inimicus japonicus			2	11	4	33			2	35	27	193													35	272	0.27	0.13	7.8
Scorpaena neglecta													3	10											3	10	0.02	0.00	3.3
Scorpaena onaria			4	20																					4	20	0.03	0.01	5.0
Sebastes inermis									1	35															1	35	0.01	0.02	35.0
Sebastes schlegeli															1	240									1	240	0.01	0.11	240.0
Sebastiscus marmoratus							1	5					3	160											4	165	0.03	0.08	41.3
Erisphex pottii	9	55	11	153	19	205	12	65	65	205	27	70	16	33	7	26	20	100			3	10	15	85	204	1,007	1.57	0.48	4.9
Chelidonichthys spinosus			1	85			1	35																	2	120	0.02	0.06	60.0
Lepidotrigla alata	5	31			2	12					1	8													8	51	0.06	0.02	6.4
Lepidotrigla guentheri					2	14	1	7					2	17											5	38	0.04	0.02	7.6
Lepidotrigla microptera					1	50	6	145															1	400	6	595	0.06	0.28	74.4
Cociella crocodila			33	793			6	55																	39	848	0.30	0.40	21.7
Platycephalus indicus	21	1,251	14	1,282	1	20	11	567	6	835	2	285					12	215	6	142	7	70	7	130	87	4,797	0.67	2.27	55.1
Hexagrammos otakii	1	15																							1	15	0.01	0.01	15.0
Liparis tanakai			1	480	3	190																			4	670	0.03	0.32	167.5
Liparis tessellatus									5	53	2	35	1	10	1	247			2	25	2	415			13	785	0.10	0.37	60.4
Doederleinia berycoides			1	6			30	100			1	5	23	88	51	353	76	590	53	520	13	290	6	110	254	2,062	1.96	0.98	8.1
Priacanthus macracanthus											1	50													1	50	0.01	0.02	50.0
Apogon lineatus											1	5	5	24											6	29	0.05	0.01	4.8
Apogon semilineatus	2	8	12	80	2	20	11	30					1	5											28	143	0.22	0.07	5.1
Sillago japonica	19	406	18	240	1	5							2	20											40	671	0.31	0.32	16.8
Sillago sihama			17	167													15	120			66	1,405	6	190	104	1,882	0.80	0.89	18.1
Decapterus maruadsi			2	45																					2	45	0.02	0.02	22.5
Trachurus japonicus	5	235	1	35			1	120	2	103	2	5	97	373	44	336	19	145	2	30	21	676			194	2,058	1.49	0.97	10.6
Leiognathus nuchalis	110	448	782	3,716	631	3,628	54	373	11	87	168	498	5	42			2	11	8	62	11	127	11	100	1,793	9,092	13.80	4.30	5.1
Hapalogenys mucronatus	17	515	13	303	21	470	1	90			4	158	2	20			1	35	1	40			3	115	63	1,746	0.48	0.83	27.7
Dentex tumifrons	1	47	1	40																					2	87	0.02	0.04	43.5
Evynnis japonica	26	845											3	85											29	930	0.22	0.44	32.1
Pagrus major			6	165	1	50							1	40											8	255	0.06	0.12	31.9
Argyrosomus argentatus	140	5,294	245	8,557	405	11,092	71	2,311	32	1,095	27	878	18	720	1	324	12	75	16	213	31	618	80	2,225	1,087	33,402	8.37	15.79	30.7

Appendix 2. (continued)

Species \ Month	1998.Nov.		Dec.		1999.Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May		June		July		Aug.		Sep.		Oct.		Total		Abund. (%)		Avg.(g)
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	
Collichthys lucidus	3	60	1	10					1	45	4	45	20	295			11	20							40	475	0.31	0.22	11.9
Collichthys niveatus			1	7	3	175									39	617	6	100	15	270	16	468	1	35	81	1,672	0.62	0.79	20.6
Johnius grypotus	4	54	2	66	4	10																			10	130	0.08	0.06	13.0
Nibea albiflora	6	254	8	208			11	65																	15	527	0.12	0.25	35.1
Pseudosciaena crocea	6	52							1	15	14	295	4	40											25	402	0.19	0.19	16.1
Pseudosciaena polyactis	108	1,233	7	135			22	80			1	27	1	15			10	295	8	255	11	445	7	270	155	2,755	1.19	1.30	17.8
Uponeus bensasi																					18	237	22	213	40	450	0.31	0.21	11.3
Goniistius zonatus	1	7																							1	7	0.01	0.00	7.0
Ditrema temminckii					1	25																			1	25	0.01	0.01	25.0
Pholis nebulosa													7	91	22	332	6	48	4	95			1	115	40	681	0.31	0.32	17.0
Parapercis multifasciatus			31	65			11	30					7	166											39	261	0.30	0.12	6.7
Parapercis sexfasciatus	8	632	5	154	4	35	22	100	5	220					1	25	3	90	4	57	6	290	2	85	40	1,688	0.31	0.80	42.2
Gnathagnus elongatus			3	245	2	30			1	35			2	100			1	35			9	830			18	1,275	0.14	0.60	70.8
Uranoscopus japonicus	1	145					11	35											3	328					5	508	0.04	0.24	101.6
Calliurichthys japonicus					27	484	33	10																	30	494	0.23	0.23	16.5
Repomucenus lunatus			2	70	15	128	15	35	1	10															19	243	0.15	0.11	12.8
Repomucenus richardsonii													1	20											1	20	0.01	0.01	20.0
Repomucenus valenciennei													1	1											1	1	0.01	0.00	1.0
Acanthogobius flavimanus	31	224	2	10	8	120	1,099	1,120	274	2,055	454	3,592	222	867	26	210	2	18							1,128	8,216	8.68	3.88	7.3
Chaeturichthys hexanema	3	12															25	130	13	35	13	168	98	645	152	990	1.17	0.47	6.5
Ctenotrypauchen microcephalus			12	66	4	20	55	22	4	22	4	21	1	4					9	25	10	35	13	35	62	250	0.48	0.12	4.0
Synechogobius hasta	117	996	152	1,019	210	15,743	1233	1,448	1	10															603	5,047	4.64	2.39	8.4
Chenogobius sp.									8	19															8	19	0.06	0.01	2.4
Sphyraena japonica							100	200	1	20															11	220	0.08	0.10	20.0
Sphyraena pinguis	56	3,378			85	983	411	820			2	19	1	140	2	55	5	125	1	20	1	25	2	100	196	5,665	1.51	2.68	28.9
Trichiurus lepturus	9	698	5	330	2	5	11	15	10	345	6	55	84	2,335	24	380	18	278	6	100	18	510	34	998	217	6,049	1.67	2.86	27.9
Scomber japonicus																					1	110			1	110	0.01	0.05	110.0
Arionma indica																			1	17	2	130	2	100	5	247	0.04	0.12	49.4
Pampus argenteus	14	1,577	4	270	7	94	11	10																	26	1,951	0.20	0.92	75.0
Pampus echinogaster	32	1,642	1	46	4	115			190	915	110	933	63	2,184	24	928	25	250			2	75			451	7,088	3.47	3.35	15.7
Citharoides macrolepidotus	2	66	3	25	7	192	144	235	11	112					2	58	16	275	6	120	6	298			67	1,361	0.52	0.65	20.6
Laeops kitaharae							11	30																	1	30	0.01	0.01	30.0

Appendix 2.(continued)

Species \ Month	1998.Nov.		Dec.		1999Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May		June		July		Aug		Sep.		Oct.		Total		Abund. (%)		Avg.(g)
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	
Paralichthys olivaceus					1	170							1	35			1	40					1	105	4	350	0.03	0.17	87.5
Pseudorhombus cinnamoneus											46	1,925	22	1,015	2	80					1	30	34	1,610	105	4,660	0.81	2.20	44.4
Cleisthenes pinetorum					1	5																			1	5	0.01	0.00	5.0
Dexistes rikuzenius							2	290																	2	290	0.02	0.14	145.0
Eopsetta grigorjewi													26	2,887			6	99	8	400	2	100	9	370	51	1,257	0.39	0.59	24.6
Glyptocephalus stelleri	4	65																							4	65	0.03	0.03	16.3
Limanda schrenki	1	62																							1	62	0.01	0.03	62.0
Limanda yokohamae	1	300	3	25	1	285	3	110																	8	720	0.06	0.34	90.0
Microstomus achne													1	460											1	460	0.01	0.22	460.0
Platichthys stellatus																			1	40					1	40	0.01	0.02	40.0
Pleuronichthys cornutus																	2	70	7	365	2	240			11	675	0.08	0.32	61.4
Verasper moseri																							7	625	7	625	0.05	0.30	89.3
Zebrias fasciatus			1	35					4	80							7	175	2	20	4	133	2	10	20	453	0.15	0.21	22.7
Zebrias zebra							2	120			2	85	3	60	2	168	9	450	2	60	2	260			22	1203	0.17	0.57	54.7
Cynoglossus abbreviatus			11	262	30	390	4	265	8	210	9	428	81	944	22	373	19	343	22	595	26	565	4	160	236	4,535	1.82	2.14	19.2
Cynoglossus joyneri					1	15													1	17					2	32	0.02	0.02	16.0
Cynoglossus robustus	36	566	97	1,583	126	1,669	135	1,839	93	960	119	1,595	10	155	31	746	39	1,218	102	1,256	87	1,172	102	1,500	977	14,259	7.52	6.74	14.6
Paraplagusia japonica													1	30											1	30	0.01	0.01	30.0
Stephanolepis cirrhifer	2	146	7	355	7	160	2	100																	18	761	0.14	0.36	42.3
Thamnaconus modestus	1	52					1	20	1	75	1	75													4	222	0.03	0.10	55.5
Lagocephalus wheeleri									1	20															1	20	0.01	0.01	20.0
Takifugu niphobles					1	50																			1	50	0.01	0.02	50.0
Takifugu pardalis	1	180					1	6																	2	186	0.02	0.09	93.0
Unknown species																			28	98					28	98	0.22	0.05	3.5
No. of species	44		56		47		46		43		41		52		35		45		45		40		37						
No. of individual	982		1,744		1,880		720		990		1,485		1,159		637		1,126		531		881		855		12,990				
Total Weight	32,184		25,901		26,691		12,323		12,361		15,332		14,459		9,213		16,142		10,297		19,436		17,163		211,487				
Abundance(%)	7.56		13.43		14.47		5.54		7.62		11.43		8.92		4.90		8.67		4.09		6.78		6.58		100.00		100.00	100.00	

Appendix 3. Species composition of Cephalopoda, Crabs and Stomatopo collected with bottom trawl in Geomundo from Nov. 1998 to Oct. 1999

Species \ Month	1998.Nov.		Dec.		Feb.		Mar.		Apr.		May		June		July		Aug.		Sep.		Oct.		Total		Abund.(%)		Avg.(g)
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	
Todarodes pacificus					2	400	4	260			26	582	1	13	1	40			8	1,700			42	2,995	70.25	23.16	71.3
Loligo bleekeri					1	49	5	80					1	16			37	370					10	515	1.73	3.98	51.5
Loligo beka	63	380	103	835	3	48	10	129	22	171	82	1,213	11	174	30	360	222	32	49	409	7	50	402	3,801	69.43	29.40	9.5
Sepia esculenta	4	302	4	265	1	55					3	1,350			6	56	33	26	40	980	22	1185	83	4,218	14.34	32.62	50.8
Sepiola birodtrata					2	21	11	380	4	130							11	5					18	536	3.11	4.15	29.8
Octopus dofleini					2	20											22	120	1	40			5	180	0.86	1.39	36.0
Octopus minor	2	50	1	15							3	230					33	150	9	215	1	25	19	685	3.28	5.30	36.1
sub total	69	732	108	1,115	11	593	30	849	26	301	114	3,375	13	203	37	456	34	703	107	3,34	30	1,260	579	12,980			
Portunus trituberculatus	6	442	15	635	7	540			4	729	3	395			2	275	2	35					39	3,051	0.45	4.27	78.2
Charybdis japonica					3	130	2	15					1	10	6	240	9	168	17	509	27	915	65	1,987	0.75	2.78	30.6
Portunus Sanguinolentus																					11	1,050	11	1,050	0.13	1.47	95.5
Charybdis bimaculata	87	439	12	25	203	16,102	3,756	7,470	725	4,310	527	814	395	1,263	448	1,887	1,363	9,150	239	2,059	317	1,290	8,072	44,809	93.66	62.69	5.6
Neodorippe japonica							6	25									1	5					7	30	0.08	0.04	4.3
Carcinoplax longimana	7	1,038	7	1,960			77	2,635	42	1,970	13	838	8	1,848	26	3,700	150	3,050	26	1060	35	1,735	391	19,894	4.54	27.83	50.9
Hermit crab. Sp															2	11							2	11	0.02	0.02	5.5
Crabs					17	560															14	80	31	640	0.36	0.90	20.6
sub total	100	1,979	34	2,620	230	17,332	3,841	10,145	771	7,009	543	2,047	404	6,113	484	6,113	1,525	12,408	282	3,628	404	5,070	8,618	71,472			
Oratosquilla	376	3,411	111	1,155	113	1,527	146	1,340	126	1,440	127	1,176	85	164	77	478	312	2,490	189	2,510	262	3,330	1,924	19,021	100.0	100.0	9.9
No. of species	7		7		11		9		6		8		7		9		12		9		9		16				
No. of individual	545		253		354		4,017		923		784		502		598		2,195		577		696		11,121				
total weight	6,122		4,890		19,452		12,334		8,750		6,598		3,488		7,046		15,601		9,482		9,660		103,423				