



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

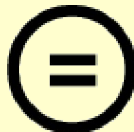
다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

이학박사 학위논문

한국 동해 남부 고리 주변해역에
출현하는 어류의 종조성과 생식생태



2010년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

해 양 학 과

박 주 면

이학박사 학위논문

한국 동해 남부 고리 주변해역에
출현하는 어류의 종조성과 생식생태

지도교수 허 성 회

이 논문을 이학박사 학위논문으로 제출함



2010년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

해 양 학 과

박 주 면

박주면의 이학박사 학위논문을 인준함

2010년 2월 일



주 심 이학박사 백 근 욱 인
위 원 이학박사 곽 석 남 인
위 원 이학박사 이 정 식 인
위 원 이학박사 안 철 민 인
위 원 이학박사 허 성 회 인

목 차

Abstract	1
I. 서론	3
II. 재료 및 방법	7
III. 결과 및 고찰	12
1. 환경요인	12
2. 어류의 종조성 및 계절변동	12
2.1. 저인망	12
2.2. 삼각망	22
2.3. 주요 어종의 출현양상	29
2.4. 출현양상에 따른 어종 구분	56
2.5. 고찰	58
3. 난자치어의 종조성 및 계절변동	63
3.1. 종조성	63
3.2. 계절변동	66
3.3. 주요 난자치어의 출현양상	67
3.4. 고찰	71
4. 우점 어류의 생식생태	74
4.1. 열동가리돔	74
4.2. 반딧불게르치	79
4.3. 황아귀	87
4.4. 점넙치	102
4.5. 꼼치	104
4.6. 줄비늘치	115
4.7. 문치가자미	130
4.8. 전갱이	135
4.9. 청어	143

4.11. 멀치	152
4.12. 전어	167
4.13. 기타어종	176
4.14. 고찰	180
IV. 종합토의	190
V. 요약	206
VI. 참고문헌	208
감사의 글	221
Appendix	223



List of Table

Table 1. Species composition of fishes collected by an otter trawl in 2006	15
Table 2. Number of orders, classes and species of fishes collected by otter trawl in Gori, 2006	18
Table 3. Monthly dominant fish species collected by otter trawl in 2006	21
Table 4. Species composition of fishes collected by an three side fyke net in 2006	23
Table 5. Number of orders, classes and species of fishes collected by three side fyke net in Gori, 2006	25
Table 6. Monthly dominant fish species collected by three side fyke net in 2006	28
Table 7. Monthly variation of collected individuals of dominant species in the coastal waters off Gori, 2006	61
Table 8. Species composition of fish egg and larvae collected by an RN 80net in 2006	64
Table 9. Number of orders, classes and species of fish larvae collected by RN 80net in Gori, 2006	65
Table 10. Species composition of fish egg and larvae in the Eastern Sea of Korea	73
Table 11. Monthly variation in sex ratio of <i>Apogon lineatus</i>	77
Table 12. The number of oocytes group for OG I, II and III of <i>Apogon lineatus</i>	82
Table 13. Monthly variation in sex ratio of <i>Acropoma japonicum</i>	88
Table 14. The number of oocytes group for OG I, II and III of <i>Acropoma japonicum</i>	91

Table 15. Monthly variation in sex ratio of <i>Lophius litulon</i>	97
Table 16. The number of oocytes group for OG I,II and III of <i>Lophius litulon</i>	100
Table 17. Monthly variation in sex ratio of <i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	107
Table 18. The number of oocytes group for OG I,II and III of <i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	110
Table 19. Monthly variation in sex ratio of <i>Liparis tanakai</i>	116
Table 20. The number of oocytes group for OG I,II and III of <i>Liparis tanakai</i>	119
Table 21. Monthly variation in sex ratio of <i>Coelorinchus multispinulosus</i>	125
Table 22. The number of oocytes for OG I,II,III and IV stage of <i>Coelorinchus</i> <i>multispinulosus</i>	128
Table 23. Monthly variation in sex ratio of <i>Limanda yokohamae</i>	133
Table 24. The number of oocytes for OG I and II stage of <i>Limanda</i> <i>yokohamae</i>	138
Table 25. Monthly variation in sex ratio of <i>Trachurus japonicus</i>	144
Table 26. The number of oocytes for OG I and II stage of <i>Trachurus</i> <i>japonicus</i>	147
Table 27. Monthly variation in sex ratio of <i>Clupea pallasii</i>	153
Table 28. The number of oocytes group for OG I,II and III of <i>Clupea pallasii</i>	156
Table 29. Monthly variation in sex ratio of <i>Engraulis japonicus</i>	162
Table 30. The number of oocytes group for OG I,II and III of <i>Engraulis</i> <i>japonicus</i>	165
Table 31. Monthly variation in sex ratio of <i>Konosirus punctatus</i>	171
Table 32. The number of oocytes group for OG I,II and III of <i>Konosirus</i> <i>punctatus</i>	174
Table 33. Comparison of life history traits among eleven female fish species	

of Gori	188
Table 34. Classification resident types of dominant fishes in the coastal waters off Gori, Korea	200
Table 35. Comparison of spawning period, main occurrence time, prey items between dominant fishes in the coastal waters off Gori, Korea ·	201
Table 36. Comparison of spawning period, spawning type, main occurrence time, prey items between fishes species of Group II&III in the coastal waters off Gori, Korea	202



List of Figures

Fig. 1. Location of the study area (● : otter trawl, ■ : three side fyke net)	8
Fig. 2. Monthly variations of temperature (A) and salinity (B) off Gori, 2006.	14
Fig. 3. Monthly variations in number of species (A), number of individuals (B), biomass (C) and diversity index (D) of fishes collected by otter trawl in 2006.	20
Fig. 4. Monthly variations in number of species (A), number of individuals (B), biomass (C) and diversity index (D) of fishes collected by three sides fyke net in 2006.	27
Fig. 5. Monthly variation in standard length-frequency distribution of <i>Trachurus japonicus</i> in 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).	31
Fig. 6. Monthly variation in standard length-frequency distribution of <i>Apogon lineatus</i> in 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).	32
Fig. 7. Monthly variation in standard length-frequency distribution of <i>Clupea pallasii</i> in 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).	33
Fig. 8. Monthly variation in standard length-frequency distribution of <i>Acropoma japonicum</i> in 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).	35
Fig. 9. Monthly variation in standard length-frequency distribution of <i>Mugil cephalus</i> in 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).	36
Fig. 10. Monthly variation in standard length-frequency distribution of <i>Doederleinia berycoides</i> in 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).	38

Fig. 11. Monthly variation in standard length-frequency distribution of <i>Engraulis japonicus</i> in 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).	39
Fig. 12. Monthly variation in standard length-frequency distribution of <i>Hippoglossoides pinetorum</i> in 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).	40
Fig. 13. Monthly variation in standard length-frequency distribution of <i>Lophius litulon</i> in 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).	43
Fig. 14. Monthly variation in standard length-frequency distribution of <i>Liparis tanakai</i> in 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).	44
Fig. 15. Monthly variation in standard length-frequency distribution of <i>Pseudorhombus pentophthalmus</i> in 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).	45
Fig. 16. Monthly variation in standard length-frequency distribution of <i>Konosirus punctatus</i> in 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).	46
Fig. 17. Monthly variation in standard length-frequency distribution of <i>Coelorinchus multispinulosus</i> in 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).	47
Fig. 18. Monthly variation in standard length-frequency distribution of <i>Myctophum nitidulum</i> in 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).	49
Fig. 19. Monthly variation in standard length-frequency distribution of <i>Limanda yokohamae</i> in 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).	50
Fig. 20. Monthly variation in standard length-frequency distribution of <i>Repomucenus lunatus</i> in 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).	51
Fig. 21. Monthly variation in standard length-frequency distribution of	

<i>Trichiurus lepturus</i> in 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).	53
Fig. 22. Monthly variation in standard length-frequency distribution of <i>Chelidonichthys kumu</i> in 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).	54
Fig. 23. Monthly variation in standard length-frequency distribution of <i>Psenopsis anamala</i> in 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).	55
Fig. 24. A dendrogram illustrating the classification of fish species collected by an otter trawl and three fkye net in the coastal waters off Gori, Korea.	57
Fig. 25. Monthly variations in number of species (A), number of fish egg (B), number of fish larvae (C) and diversity index (D) of fishes collected by RN 80net in 2006.	69
Fig. 26. Monthly variations in abundance of fish eggs and larvae collected in coastal waters off Gori, Korea.	70
Fig. 27. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of <i>Apogon lineatus</i> (vertical bar range from minimum to maximum value)	75
Fig. 28. Monthly change in hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female <i>Apogon lineatus</i> (vertical bar represent standard deviation).	76
Fig. 29. Relationship between standard length and maturation rate of female <i>Apogon lineatus</i> during spawning period.	80
Fig. 30. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of <i>Apogon lineatus</i> during the spawning period.	81
Fig. 31. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of <i>Apogon lineatus</i>	83
Fig. 32. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of <i>Acropoma japonicum</i> (vertical bar range from minimum to maximum value).	84

Fig. 33. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female <i>Acropoma japonicum</i> (vertical bar represent standard deviation).	85
Fig. 34. Relationship between standard length and maturation rate of female <i>Acropoma japonicum</i> during spawning period.	89
Fig. 35. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of <i>Acropoma japonicum</i> during spawning period.	90
Fig. 36. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of <i>Acropoma japonicum</i>	92
Fig. 37. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of <i>Lophius litulon</i> (vertical bar range from minimum to maximum value).	93
Fig. 38. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female <i>Lophius litulon</i> (vertical bar represent standard deviation).	96
Fig. 39. Relationship between standard length and maturation rate of female <i>Lophius litulon</i> during spawning period.	98
Fig. 40. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of <i>Lophius litulon</i> during spawning period.	99
Fig. 41. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of <i>Lophius litulon</i>	101
Fig. 42. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of <i>Pseudorhombus pentophthalmus</i> (vertical bar range from minimum to maximum value).	105
Fig. 43. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female <i>Pseudorhombus pentophthalmus</i> (vertical bar represent standard deviation).	106
Fig. 44. Relationship between standard length and maturation rate of female <i>Pseudorhombus pentophthalmus</i> during spawning period.	108
Fig. 45. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of	

<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i> during spawning period.	109
Fig. 46. Relationship between the standard length and fecundity of <i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	111
Fig. 47. Monthly change of gonadosomatic index (GSI) of <i>Liparis tanakai</i> (vertical bar range from minimum to maximum value).	112
Fig. 48. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female <i>Liparis tanakai</i> (vertical bar represent standard deviation).	113
Fig. 49. Relationship between standard length and maturation rate of female <i>Liparis tanakai</i> during spawning period..	117
Fig. 50. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of <i>Liparis tanakai</i> during spawning period.	118
Fig. 51. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of <i>Liparis tanakai</i>	120
Fig. 52. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of <i>Coelorinchus multispinulosus</i> (vertical bar range from minimum to maximum value).	121
Fig. 53. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female <i>Coelorinchus multispinulosus</i> (vertical bar represent standard deviation).	124
Fig. 54. Relationship between standard length and maturation rate of female <i>Coelorinchus multispinulosus</i> during spawning period.	126
Fig. 55. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of <i>Coelorinchus multispinulosus</i> during spawning period.	127
Fig. 56. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of <i>Coelorinchus multispinulosus</i>	129
Fig. 57. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of <i>Limanda yokohamae</i> (vertical bar range from minimum to maximum value).	131
Fig. 58. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and	

condition factor (CF) of female <i>Limanda yokohamae</i> (vertical bar represent standard deviation).	132
Fig. 59. Relationship between standard length and maturation rate of female <i>Limanda yokohamae</i> during spawning period.	136
Fig. 60. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of <i>Limanda yokohamae</i> during spawning period.	137
Fig. 61. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of <i>Limanda yokohamae</i>	139
Fig. 62. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of <i>Trachurus japonicus</i> (vertical bar range from minimum to maximum value).	140
Fig. 63. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female <i>Trachurus japonicus</i> (vertical bar represent standard deviation).	141
Fig. 64. Relationship between standard length and maturation rate of female <i>Trachurus japonicus</i> during the spawning period.	145
Fig. 65. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of <i>Trachurus japonicus</i> during spawning period.	146
Fig. 66. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of <i>Trachurus japonicus</i>	148
Fig. 67. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of <i>Clupea pallasii</i> (vertical bar range from minimum to maximum value).	149
Fig. 68. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female <i>Clupea pallasii</i> (vertical bar represent standard deviation).	150
Fig. 69 Relationship between standard length and maturation rate of female <i>Clupea pallasii</i> during spawning period.	154
Fig. 70. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of <i>Clupea pallasii</i> during spawning period.	155
Fig. 71. Relationship between fecundity and standard length (A), body	

weight (B) of <i>Clupea pallasii</i>	157
Fig. 72. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of <i>Engraulis japonicus</i> (vertical bar range from minimum to maximum value).	158
Fig. 73. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female <i>Engraulis japonicus</i> (vertical bar represent standard deviation).	161
Fig. 74. Relationship between standard length and maturation rate of female <i>Engraulis japonicus</i> during spawning period..	163
Fig. 75. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of <i>Engraulis japonicus</i> during spawning period.	164
Fig. 76. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of <i>Engraulis japonicus</i>	166
Fig. 77. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of <i>Konosirus punctatus</i> (vertical bar range from minimum to maximum value).	169
Fig. 78. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female <i>Konosirus punctatus</i> (vertical bar represent standard deviation).	170
Fig. 79. Relationship between standard length and maturation rate of female <i>Konosirus punctatus</i> during spawning period..	172
Fig. 80. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of <i>Konosirus punctatus</i> during spawning period.	173
Fig. 81. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of <i>Konosirus punctatus</i>	175
Fig. 82. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of <i>Mugil cephalus</i> (vertical bar range from minimum to maximum value).	177
Fig. 83. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of <i>Mugil cephalus</i> during spawning period.	178
Fig. 84. Classification of spawning group based on monthly GSI of 11 major fishes collected in the coastal water off Gori, Korea by MDS.	187

Fig. 85. Relationship between the oocytes size and relative fecundity for each species.	189
Fig. 86. Monthly variation in abundance of young and adult fish of pelagic species (Group I in figure 24) in the coastal waters off Gori, Korea.	203
Fig. 87. Monthly variation in abundance of young and adult fish of demersal species (Group I in figure 24) in the coastal waters off Gori, Korea (<i>Repomucenus lunatus</i> is pooled individuals data).	204
Fig. 88. Monthly variation in abundance of young and adult fish of Group II & III species (in figure 24) in the coastal waters off Gori, Korea (<i>Myctophum nitidulum</i> is pooled individuals data).	205



List of Appendix

Appendix I. Monthly variations in abundance of fishes collected by otter trawl off Gori, 2006	223
Appendix II. Monthly variations in abundance of fishes collected by three side fyke net off Gori, 2006	229
Appendix III. Monthly variations in abundance of fishes eggs and larvae collected by RN 80net off Gori, 2006	235



Species composition and reproductive ecology of fishes in the coastal waters off Gori, Korea

Joo Myun, Park

*Department of Oceanography, The Graduate School,
Pukyong National University*

Abstract

To investigate the species composition and reproductive ecology of fishes in the coastal waters off Gori, fish samples were collected by an otter trawl and three side fyke net between January and December 2006.

During the study period, 77 species from 51 families and 15 orders were collected by otter trawl, whereas 59 species from 35 families and 9 orders were collected by three side fyke net. The three side fyke net was suitable for collecting pelagic fishes, while otter trawl was for mid-water and demersal fishes. Dominant species were divided into 3 groups. The first group occurred during all season, and they also divided 3 sub-groups. The species of second group was higher from spring to summer and the other one was from autumn to winter.

For fish eggs and larvae, 1 species and unidentified fish eggs, and 23 species, 4 families and unidentified fish larvae were collected by RN

80net. The common fish egg and larvae species was *Engraulis japonicus*. Each fish larvae species occurred different times.

The dominant species was divided 4 spawning group with monthly GSI variation; spring spawner, spring-summer spawner, summer-autumn spawner and winter spawner. The spring spawner was composed of *Lophius litulon* and *Coelorinchus multispinulosus*, the spring-summer spawner was composed of *Engraulis japonicus*, *Konosirus punctatus* and *Pseudorhombus pentophthalmus*, the summer-autumn spawner was composed of *Trachurus japonicus*, *Apogon lineatus* and *Acropoma japonicum*, the winter spawner was composed of *Clupea pallasii*, *Liparis tanakai* and *Limanda yokohamae*.

Relationships between egg diameter and relative fecundity were three spawning strategies. *Clupea pallasii*, *Lophius litulon*, *Liparis tanakai* and *Coelorinchus multispinulosus* produce the largest mature eggs and the smallest clutches. *Acropoma japonicum*, *Engraulis japonicus* and *Pseudorhombus pentophthalmus* has small eggs and highest relative fecundity. *Apogon lineatus* and *Limanda yokohamae* produce several small clutches of small eggs. These species also have different spawning strategies such as mouthbrooding strategy (*Apogon lineatus*) and adhesive eggs (*Limanda yokohamae*).

The common fish species have been coexisted with avoidance of interspecific competition; come species were different spawning strategies for same spawning periods. These patterns also occurred with their feeding strategies which the species fed highly diverse prey organisms at same periods.

I. 서론

연안 해역은 외해와 달리 수심이 얕고 육상으로부터 공급되는 유기물이 많다. 따라서 기초 생산력이 높아 먹이생물이 풍부하고 포식자를 피할 수 있는 은신처가 많기 때문에 많은 어종들의 산란장, 생육장 및 섭이장소로써 중요한 역할을 한다.

고리주변해역은 서쪽은 육지가 접해있고 동쪽은 외양과 연결되어 있으며 강의 유입이 적은 전형적인 동해 연안의 지형적 특징을 가지고 있다. 외양으로는 쓰시마 난류가 흐르고 있어 쓰시마 난류의 영향을 받는 수괴의 특징을 가지고 있다. 여름철에는 저층수의 용승에 의한 냉수대가 자주 출현하며(Kim and Kim, 1983), 이러한 용승현상에 의해 풍부한 영양염이 공급되어 생산력 또한 높다. 그리고 겨울철에는 쓰시마 난류의 영향으로 수온이 높아 다른 해역에 비해 많은 어종들이 출현한다(Kim, 1998). 또한 고리주변해역은 많은 어류들의 회유를 위한 이동 경로에 위치해 있어, 이들의 중간 섭이장소와 산란장으로써 중요한 역할을 하고 있다. 이러한 특성으로 인해 고리 주변해역은 오래전부터 연안어업이 발달하여 왔다.

지금까지 본 조사해역인 고리 주변해역에서 어류 군집 연구는 주로 저인망 (otter trawl)에 의해서만 이루어졌다(Kim, 1998; Jo, 2001; Choo, 2007). 그러나 저인망에 의해서만 어류를 채집할 경우 저어류가 우점어류로 나타날 수 있다. An (2002)의 연구는 가덕도 주변해역에서 다양한 채집도구를 사용하여 어류를 채집한 결과 저어류와 부어류가 동시에 우점종으로 나타났다. 따라서 한 해역에서 어류의 군집을 보다 정확히 조사하기 위해서는 저어류와 부어류를 동시에 채집하기 위한 다양한 채집도구의 사용이 필요할 것으로 생각된다.

지금까지 국내에서 연구된 대부분 어류의 생식생태에 관한 연구는 개별종에 대해서만 연구 되었으며, 주로 상업성 어종을 대상으로 연구되었다(Chung

and Kim, 1994; Kang et al., 1999; Cha et al., 2002; Baeck, 2003; Baeck and Kim, 2004; Baeck and Huh, 2004; Cha and Lee, 2004; Choi et al., 2004; Lee et al., 2005; Cha et al., 2006; Baeck et al., 2007; Yang et al., 2007). 외국의 경우 특정 해역에 출현하는 여러 어종의 생식생태에 관한 비교 연구가 다수 이루어져 있다(Milton et al., 1994; Gonzales et al., 1997; Suzuki et al., 2000; Tarkan, 2006). 해양 생태계에서는 다양한 어류들이 군집(community)을 이루어 공존하여 서식하고 있기 때문에 각 어종의 생태학적 비교연구가 필요하다고 생각된다.

어류의 산란은 각 종마다 그 시기와 방법, 장소, 각 종의 생태학적 지위, 크기, 진화학적 위치 등에 따라 다르다. 그리고 어류의 생식생태적 특징은 주변 환경에서 먹이생물의 양과 질, 어류의 서식 밀도, 성장 상태, 수온과 같은 물리적 환경에 영향을 받는다(Wotton, 1990). 어류의 성숙과 산란은 빛과 수온에 의해 영향을 많이 받는데(De Vlaming, 1972), Aida (1991)는 이러한 수온과 빛 등의 환경요인에 따라 어류의 산란유형을 춘계 산란형, 춘·하계 산란형, 하계 산란형, 춘·추계 산란형, 추계 산란형, 동계 산란형의 6가지 형태로 나누었다. 이러한 수온과 빛 등의 계절적 변화에 따라 해양의 생산성 변동과 먹이생물 출현량이 달라지게 되어 각 어종의 산란시기를 결정하는 요인으로 작용한다(Cushing, 1975). 온대해역에서 이러한 변화양상은 봄과 가을에 높은 생산성을 나타내어 운동능력이 미약한 자치어의 먹이가 되는 동·식물플랑크톤의 양이 풍부하게 된다. 따라서 온대해역에서 어류들은 연중 생산성이 높은 봄 또는 가을에 산란하는 것이 여름과 겨울에 비하여 자치어들이 생존과 종족번식에 유리하다.

어류들은 경쟁을 피하고 종족 번식과 생존에 유리한 위치를 점령하기 위하여 각 종마다 다른 산란전략을 가지고 있다. 어류의 산란시기는 난에서 부화한 자치어에게 적절한 크기와 양의 먹이가 공급될 수 있는 시기와 일치해야 한다. 지금까지 연구된 어류 자치어의 식성연구에서 대부분 자치어들은 주로

요각류, 요각류 난과 유생 등과 같은 소형 동물플랑크톤을 섭이하는 것으로 나타났다(Uotani et al., 1981; Singer, 1985; Uotani et al., 1990; Inaba et al., 1995; Park, 1999; Sanchez-Velasco and Shirasago, 2000; Yanli et al., 2000; Tanatsu et al., 2002; Voss et al., 2003; Hirota et al., 2004; Miriam et al., 2007; Onitsuka et al., 2007). 특히 광양만에 출현하는 자치어들의 식성연구에서 대부분 자치어들은 유사한 먹이(소형 동물플랑크톤)를 섭이하는 것으로 나타났다(Park, 1999). 따라서 특정 해역에 출현하면서 같은 계절에 산란하는 종은 같은 시기에 자치어가 출현하기 때문에 자치어들 사이에서 먹이경쟁이 있을 것으로 예상된다. 따라서 각 종들은 자치어의 생존과 종 보존을 위한 산란 전략을 가질 것으로 예상된다.

경골어류는 진화론적 경향성에 따라 포란수를 최대화하기 위하여 난의 크기를 최소화하는 경향이 있다(Wootton, 1990). 어류는 성숙한 난을 수용할 수 있는 복강 내 용적을 제한되어 있기 때문에 대부분 경골어류에서 계통발생학적으로 진화된 종일 수록 난의 크기를 최소화 하여 포란수를 최대화 하려는 경향이 있다(Wootton, 1990). 난의 크기가 큰 종은 더 큰 자어를 산출하여 알에서 부화한 자어가 더 넓은 크기 범위의 먹이를 섭이할 수 있고 먹이가 부족한 상황에서도 더 잘 견딜 수 있으며 포식의 위험도 줄어들게 할 수 있는, 반면 작은 크기의 난을 포란하는 종은 작은 자어를 산출하기 때문에 먹이 섭이 실패, 포식의 위험 등에 노출되기 쉽다(Blaxter and Hempel, 1963; Ware, 1975; Wootton, 1990). 따라서 어류에서 최적 난의 크기와 포란수는 난에서 부화한 자어의 생존율을 최대화 하는 시점에서 결정될 수 있다(Sibly and Calow, 1986). MacArthur and Wilson (1967)은 어떤 서식처에서 생물들 사이에 2개의 서로 다른 생활사 패턴이 존재한다는 것을 발견하고 그 패턴을 *r*-selection과 *K*-selection 이라고 구분하였다. 그러나 이 이론은 어느 특정종에 명확히 적용시킬 수 없고 대부분 종이 두 가지 선택을 같이 가지는 경우가 많다. 이 이론을 어류의 생식생태에 적용해 볼 수 있는데, 많은 포란수와 빠른 성숙연령, 짧은

은 수명을 가지고 부모의 돌봄이 거의 없는 종을 *r*-selection, 그 반대를 *K*-selection 이라고 구분할 수 있었다(Kim and Zhang, 1994). 따라서 한 해역에 출현하는 어류들은 각 종의 자어의 생존율을 최대화하기 위한 어느 한쪽에 가까운 산란전략을 가질 것으로 판단되며, 특히 비슷한 시기에 산란하는 종들은 비슷한 시기에 자어를 산출하기 때문에 더욱 뚜렷한 산란전략을 가져야 할 것으로 판단된다.

우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸여 있어 풍부한 수산자원을 가지고 있으며, 이러한 자원생물들이 다양한 연안생태계를 이루고 있다. 그러나 최근 해양오염과 남획으로 연안생태계가 파괴되고 자원생물의 양이 급격하게 감소하고 있는 실정이다. 따라서 연안생태계의 복원과 효율적인 자원 관리를 위한 기초자료를 축적하는 일은 매우 중요하다. 그리고 자원생물의 생식생태적 특징을 밝히는 것은 자원생물의 가입과정을 밝히는데 중요한 자료를 제공한다.

본 연구의 목적은 고리 주변해역에서 출현하는 어류 및 난자치어의 종조성과 계절변동, 주요 우점 어류의 생식생태적 특징을 조사하여 조사해역에서 주요 우점어류의 산란시기 분할 관계, 주요 우점어류의 월별 출현양상과 산란시기를 바탕으로 서식형태(주거종, 회유종), 주요 우점어류의 생활사에 따른 산란 전략 등을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

본 연구에 사용된 시료는 한국 동해 남부해역인 고리 주변해역에서 2006년 1월에서 12월까지 매월 1회 채집하였다(Fig. 1).

조사해역에 출현하는 어류의 출현량 변동 및 생식생태에 영향을 미치는 환경요인을 측정하기 위하여 매월 표층과 수심별 수온, 염분을 측정하였다. 표층 수온은 휴대용 수온·염분 측정계(Thermo Electron Co. Ltd)를 이용하였으며, 수심별 수온, 염분은 CTD (Sea-Bird Electronics, SBE19)를 이용하였다. 수심별 수온, 염분 자료는 표층과 저인망 채집 수심인 30 m, 40 m, 50 m, 60 m 수심에서 측정하였다.

본 연구에 사용된 채집도구는 소형기선저인망과 삼각망을 주로 이용하였으며, 그 외 산란기철 어류 채집을 위하여 주낙, 자망, 통발 등을 이용하거나 주변 어시장에서 구입하였다. 소형기선저인망(otter trawl)은 길이가 20 m, 망폭이 4 m, 날개그물의 망목은 3 cm, 자루그물의 망목은 1cm 였다. 소형기선저인망은 30 m, 40 m, 50 m, 60 m 수심에서 각각 평균 3 km/h의 속도로 30분씩 4회 반복 채집하였으며, 총 예인 면적은 약 24,000 m²이었다. 삼각망은 높이 10 m, 길이 100~150 m, 망목 5 cm인 길그물(leader net)과 폭 20 m의 헛통(main net and side net)이 연결되어 있으며, 헛통의 세 꼭짓점에 길이 10~15 m의 지루그물(bag net)이 달려있다. 자루그물의 망목은 헛통과 연결되는 부위가 3.5 cm, 끝자루가 1.5 cm이다. 24시간 동안 설치된 삼각망에 들어오는 어류를 오전에 수거하였다.

채집된 생물은 냉장보관(ice box)하여 즉시 실험실로 운반한 후 종별로 동정, 분류하였다. 어류의 동정은 Chyung (1977), Masuda et al. (1984), Yoon (2002) 등을 이용하였으며, 종명과 학명은 Yoon (2002)을 따랐다.

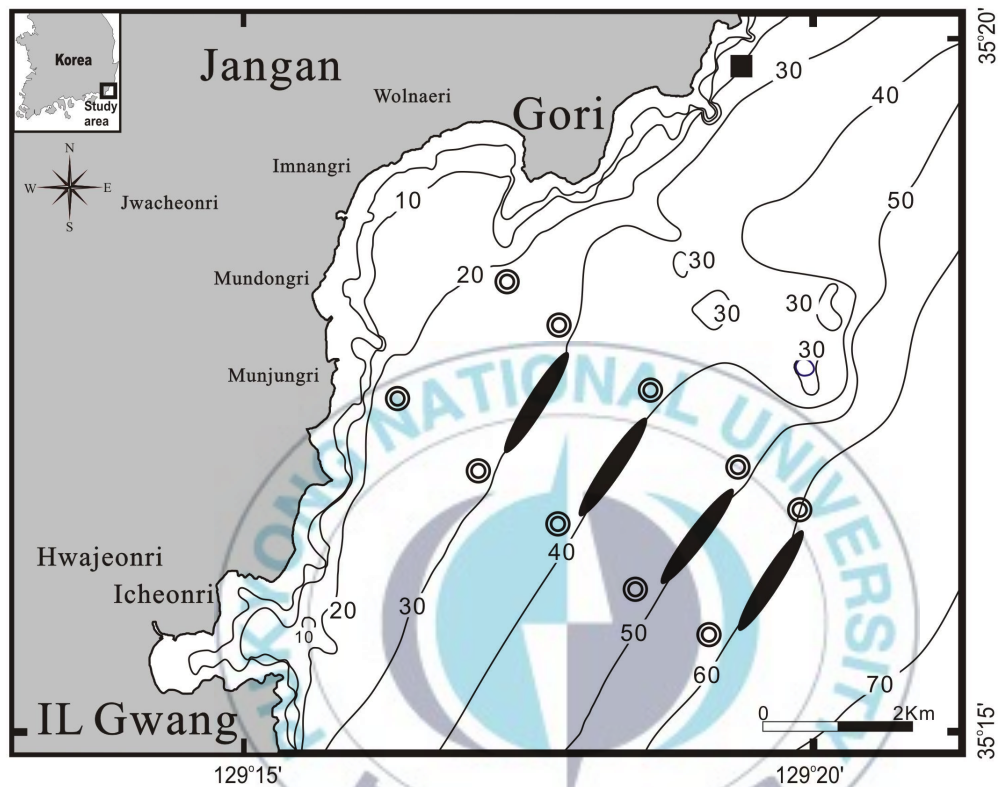


Fig. 1. Location of the study area (● : otter trawl, ■ : three side fyke net, ◎ : RN 80net)

조사해역에 출현하는 난자치어를 채집하기 위하여 망구 직경 80 cm, 망목 330 μm 인 난자치어네트(RN 80net)를 사용하여 수심 1 m에서 약 2 knots의 속도로 10분간 예인하였다. 정량 분석을 위하여 네트의 입구에 유속계(Hydro-Bios Type 100H)를 부착하였으며, 채집된 시료는 현장에서 10% 중성 포르말린에 고정하였다. 채집된 난자치어는 해부현미경을 이용하여 최대한 종 수준까지 동정하였다. 종의 동정은 Okiyama (1988), Leis and Carson-Ewart (2004) 등을 이용하였으며, 종명과 학명은 Yoon (2002)을 따랐다.

각 월별 어류군집 구조를 비교하기 위하여 Shannon and Wiener의 종다양도지수(H')를 구하였다(Shannon and Weaver, 1949).

$$H' = \sum_{i=1}^s \left[\frac{n_i}{N} \ln \left(\frac{N}{n_i} \right) \right]$$

(n_i : I번째 종의 월별 출현 개체수, N : 특정 달에 채집된 종의 개체수, S : 출현종수)

또한 각 출현종에 대한 출현시기의 유사도는 Bray-Curtis Similarity index (Bray and Curtis, 1957)를 이용하여 구하였다.

$$BC_{ij} = \sum \frac{|P_{ih} - P_{jh}|}{(P_{ih} + P_{jh})}$$

(P_{ih} : 채집시기 h에 채집된 전체 개체수에 대한 어종 i의 개체수 비율)

P_{jh} : 채집시기 h에 채집된 전체 개체수에 대한 어종 j의 개체수 비율)

구해진 유사도를 이용하여 가중평균결합법에 의한 집괴분석(cluster analysis)을 실시하였으며, 그 결과를 dendrogram으로 표시하였다.

채집된 어류의 생식생태를 조사하기 위하여 우점종을 대상으로 체장(0.1

cm)과 체중(0.1 g)을 측정한 후 각 개체에서 간, 생식소를 분리하여 각각의 중량(0.01 g)을 측정하였다. 각 시료는 생식소 추출과정에서 암·수를 구별하였으며, 월별 생식소중량지수(gonadosomatic index, GSI), 간중량지수(hepatosomatic, HSI), 비만도지수(condition factor, CF)를 다음과 같이 구하였다.

$$GSI (\%) = GW (g) / BW (g) \times 10^2$$

$$HSJ (\%) = LW (g) / BW (g) \times 10^2$$

$$CF = BW (g) / SL (cm)^n \times 10^n$$

(GW: 생식소 중량(gonad weight), BW: 체중량(body weight), LW: 간중량(liver weight), SLL 표준체장(standard length), n: 어종에 따라 2-3까지 적용함)

조시기간 동안 출현한 주요 어류의 암·수간 성비 차이의 유의성을 검증하기 위하여 chi-square test를 실시하였다(χ^2 -test, $p=0.05$).

최소성숙체장은 성숙 난을 가지는 가장 작은 체장으로 나타내었고, 군성숙도(group maturity)는 King (2007)의 방법에 따라 산란기 동안 출현한 개체의 체장별 성숙개체의 비율을 logistic regression의 방법으로 추정하였다.

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-r(SL - SL_{50})}}$$

(P_i : i 체장군에서 성숙개체의 비율, SL_{50} : 50% 군성숙체장)

주요 우점어류의 난 발달단계는 Haddy and Pankhurst (1998)의 생식소 외형에 의한 구분 기준을 참고로 하여 1. 미숙(Immature), 2. 중숙(Pre-mature),

3. 완숙(Mature), 4. 방란후(Spent-resting)의 4단계로 구분하였다. 각 어종에서 stage 2와 3의 난모세포를 가지는 개체를 성숙개체로 판단하였고, stage 3의 난모세포를 가지는 종을 조사해역에서 산란하는 종으로 판단하였다.

각 개체 생식소의 3부분에서 조사한 난의 개수와 난경분포에서 통계적으로 유의한 차이가 없었기 때문에(Kolmogorov-Smirnov, test $P > 0.05$, ANOVA, $p = 0.05$), 각 어종의 성숙한 개체의 생식소 가운데 부분을 0.05g 추출하여 포란수와 난경을 측정하였다. 난의 직경은 0.05 mm 까지 측정하였으며, 월별, 각 단계별 최대 5개체를 무작위로 선정하여 난경조성을 조사하였다. 그리고 각 어종의 난 발달단계는 Kawasaki et al. (1983)의 방법에 따라 최대 4개의 난경그룹(OG I, OG II, OG III, OG IV)으로 구분한 뒤 각 난경그룹에서의 포란수를 조사하였다. 그리고 전체 포란수에 대한 OG III의 포란수 비율을 통하여 산란횟수를 간접적으로 추정하였다. 포란수는 중량법(gravimetric method)을 사용하여 산정하였으며, 포란수 산정시 각 어종의 체장에 대한 영향을 제거하기 위하여 체중 1g 당 포란수인 상대포란수(relative fecundity)를 구하였다.

각 어류의 생식소중량지수를 이용하여 산란시기의 유사성을 나타내기 위하여 다차원척도법(MDS, Multi-dimensional scaling)을 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 환경요인

조사해역의 표층 수온은 13.6~26.5 °C의 범위를 나타냈으며, 2월에 가장 낮았으며, 8월에 가장 높았다(Fig. 2). 1월에서 5월과 9월, 11월, 12월에는 수심별 수온의 변화가 작았으나, 6월에 수심 30 m에서 11.7 °C의 낮은 수온을 나타내었으며 수심 60 m에서는 9.0 °C를 나타내었다. 7월에도 수심 30 m에서부터 12.9 °C의 낮은 수온을 나타내었고 8월에는 50 m 수심에서부터 9.3 °C의 낮은 수온을 나타내었다. 그리고 10월에는 수심 60 m에서 12.7 °C의 낮은 수온을 나타내었다. 이와 같이 6월, 7월, 8월, 10월에 수심별 수온에서 큰 차이가 나타난 것은 고리 주변해역의 여름철 냉수대의 출현 때문으로 판단된다(Park, 1978; Kim and Kim, 1983; Suh et al., 2001).

표층 염분은 28.4~34.3 psu의 범위를 보였으며, 2월과 3월에 34.3 psu로 가장 높았으며, 7월에 28.4 psu로 가장 낮았다(Fig. 2). 대부분 조사기간 동안 수심별 염분은 큰 차이를 보이지 않았으나, 7월과 8월에 표층 염분이 낮았는데, 이는 여름철 강우의 영향 때문인 것으로 판단된다.

2. 어류의 종조성 및 계절변동

2.1 저인망

2.1.1 어류의 종조성

조사기간 동안 16목, 48과, 77종, 18,155개체, 620,674g의 어류가 채집되었다

(Table 1). 분류군별(Order) 출현어종수를 살펴보면 농어목(Perciformes) 어류가 20과 34종으로 가장 많이 채집되었으며, 그 다음으로 쏨뱅이목(Scorpaeniformes) 어류가 8과 14종, 가자미목(Pleuronectiformes) 어류가 4과 10종 채집되었다. 그 외 청어목(Clupeiformes) 어류가 2과 5종, 대구목(Gadiformes) 어류가 2과 2종, 뱀장어목(Anguilliformes) 어류가 2과 2종 채집되었으며, 나머지 분류군은 1과 1종씩 채집되었다(Table 2).

개체수에서 가장 많이 채집된 어종은 열동가리돔(*Apogon lineatus*), 청어(*Clupea pallasii*), 반딧불게르치(*Acropoma japonicum*)로 각각 3,981개체, 3,947개체, 3,368개체가 채집되어 전체 채집개체수의 21.93%, 21.74%, 18.55%를 차지하였다. 그 다음으로 눈볼대(*Doederleinia berycoides*), 멸치(*Engraulis japonicus*), 용가자미(*Hippoglossoides pinetorum*), 황아귀(*Lophius litulon*), 꼼치(*Liparis tanakai*), 점넙치(*Pseudorhombus pentophthalmus*), 전갱이(*Trachurus japonicus*), 줄비늘치(*Coelorrinchus multispinulosus*) 순으로 많이 채집되었는데, 상기 11어종은 390개체 이상 채집되었으며 전체 채집개체수의 85.81%를 차지하여 우점하였다. 그 외 샛비늘치(*Myctophum nitidulum*), 돛양태(*Repomucenus lunatus*), 갈치(*Trichiurus lepturus*), 문치가자미(*Limanda yokohamae*) 등 총 77종의 어류가 채집되었다.

생체량에서는 황아귀와 꼼치가 각각 221,904g, 141,779g 채집되어 전체 채집생체량의 35.75%, 22.84%를 차지하였다. 그 다음으로 점넙치, 눈볼대, 문치가자미, 청어, 용가자미, 달고기(*Zeus faber*), 샛돔(*Psenopsis anomala*), 반딧불게르치의 순으로 많이 채집되었는데, 상기 10어종은 전체 채집생체량의 85.84%를 차지하였다.

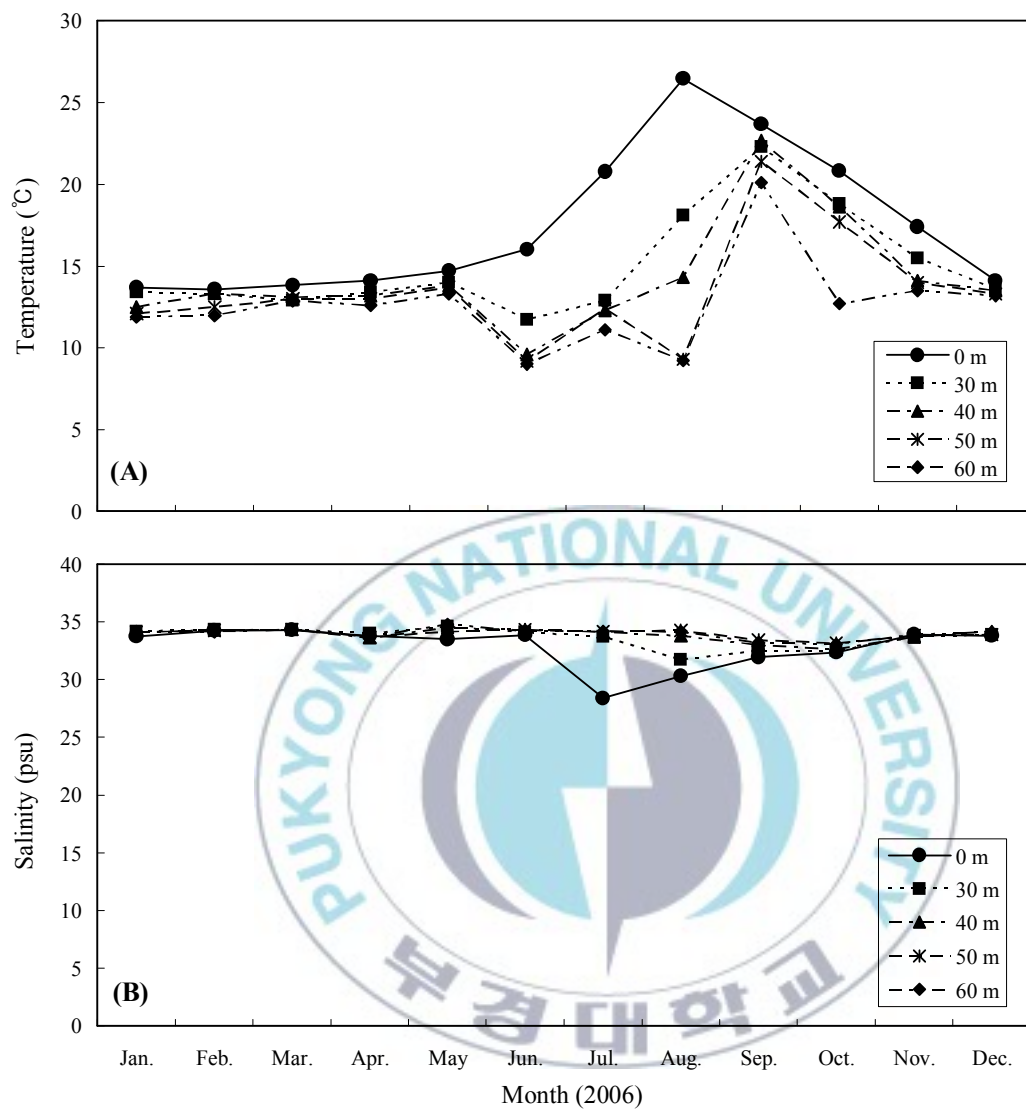


Fig. 2. Monthly variation of temperature (A) and salinity (B) in the coastal waters off Gori, 2006.

Table 1. Species composition of fishes collected by an otter trawl in Gori, 2006

Species	N	N%	Cumulative %	W	W%	Cumulative %
<i>Apogon lineatus</i>	3,981	21.93	21.93	10,208.0	1.64	1.64
<i>Clupea pallasii</i>	3,947	21.74	43.67	19,191.7	3.09	4.74
<i>Acropoma japonicum</i>	3,368	18.55	62.22	11,546.2	1.86	6.60
<i>Doederleinia berycoides</i>	832	4.58	66.80	29,151.0	4.70	11.29
<i>Engraulis japonicus</i>	767	4.22	71.03	4,581.7	0.74	12.03
<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	611	3.37	74.39	16,140.7	2.60	14.63
<i>Lophius litulon</i>	472	2.60	76.99	221,904.0	35.75	50.38
<i>Liparis tanakai</i>	406	2.24	79.23	141,779.3	22.84	73.23
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	404	2.23	81.45	37,358.5	6.02	79.25
<i>Trachurus japonicus</i>	397	2.19	83.64	9,641.3	1.55	80.80
<i>Coelorinchus multispinulosus</i>	393	2.16	85.81	4,545.6	0.73	81.53
<i>Myctophum nitidulum</i>	332	1.83	87.63	480.0	0.08	81.61
<i>Repomucenus lunatus</i>	282	1.55	89.19	3,416.7	0.55	82.16
<i>Trichiurus lepturus</i>	241	1.33	90.52	8,339.6	1.34	83.50
<i>Limanda yokohamae</i>	231	1.27	91.79	27,712.1	4.46	87.97
<i>Psenopsis anomala</i>	173	0.95	92.74	12,346.7	1.99	89.96
<i>Cynoglossus joyneri</i>	161	0.89	93.63	7,601.7	1.22	91.18
<i>Repomucenus valenciennei</i>	140	0.77	94.40	1,235.3	0.20	91.38
<i>Cynoglossus robustus</i>	135	0.74	95.14	3,134.8	0.51	91.89
<i>Lepidotrigla guentheri</i>	117	0.64	95.79	1,890.5	0.30	92.19
<i>Leiognathus nuchalis</i>	78	0.43	96.22	784.9	0.13	92.32
<i>Zeus faber</i>	65	0.36	96.57	15,628.8	2.52	94.84
<i>Helicolenus hilgendorfi</i>	63	0.35	96.92	1,556.0	0.25	95.09
<i>Chelidonichthys kumu</i>	59	0.32	97.25	10,735.8	1.73	96.82
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	56	0.31	97.55	3,837.1	0.62	97.43
<i>Conger myriaster</i>	56	0.31	97.86	549.3	0.09	97.52
<i>Chaeturichthys hexanema</i>	52	0.29	98.15	379.7	0.06	97.58
<i>Coilia nasus</i>	30	0.17	98.31	678.7	0.11	97.69
<i>Repomucenus huguenini</i>	29	0.16	98.47	401.7	0.06	97.76
<i>Argyrosomus argentatus</i>	26	0.14	98.62	1,562.8	0.25	98.01
<i>Scombrops boops</i>	17	0.09	98.71	48.3	0.01	98.02
<i>Sillago japonicus</i>	17	0.09	98.80	349.7	0.06	98.07
<i>Sphyræna pinguis</i>	16	0.09	98.89	44.2	0.01	98.08
<i>Upeneus japonicus</i>	16	0.09	98.98	57.9	0.01	98.09
<i>Chaeturichthys sciistius</i>	16	0.09	99.07	2,285.1	0.37	98.46

N: Number of individuals, W: Biomass (g)

Table 1. (continued)

Species	N	N%	Cumulative %	W	W%	Cumulative %
<i>Apogon semilineatus</i>	16	0.09	99.16	868.8	0.14	98.60
<i>Okamejei kenojei</i>	16	0.09	99.25	71.8	0.01	98.61
<i>Gadus macrocephalus</i>	15	0.08	99.33	31.8	0.01	98.62
<i>Konosirus punctatus</i>	11	0.06	99.39	1,140.7	0.18	98.80
<i>Neobythites sivicola</i>	10	0.06	99.44	107.6	0.02	98.82
<i>Gnathagnus elongatus</i>	8	0.04	99.49	768.0	0.12	98.94
<i>Eopsetta grigorjewi</i>	7	0.04	99.53	671.1	0.11	99.05
<i>Zoarcetes gillii</i>	6	0.03	99.56	810.5	0.13	99.18
<i>Stephanolepis cirrifer</i>	6	0.03	99.59	190.1	0.03	99.21
<i>Erispex pottii</i>	6	0.03	99.63	26.8	0.00	99.21
<i>Maurolicus muelleri</i>	5	0.03	99.65	3.9	0.00	99.21
<i>Pagrus major</i>	5	0.03	99.68	184.1	0.03	99.24
<i>Pampus echinogaster</i>	4	0.02	99.70	221.9	0.04	99.28
<i>Saurida undosquamis</i>	4	0.02	99.72	298.6	0.05	99.33
<i>Parapercis sexfasciatus</i>	4	0.02	99.75	107.0	0.02	99.35
<i>Larimichthys polyactis</i>	4	0.02	99.77	184.0	0.03	99.37
<i>Collichthys lucidus</i>	4	0.02	99.79	61.7	0.01	99.38
<i>Muraenesox cinereus</i>	3	0.02	99.81	1,113.9	0.18	99.56
<i>Pleuronichthys cornutus</i>	3	0.02	99.82	631.5	0.10	99.67
<i>Cynoglossus interruptus</i>	3	0.02	99.84	47.7	0.01	99.67
<i>Laeops kiaharae</i>	3	0.02	99.86	34.3	0.01	99.68
<i>Paralichthys olivaceus</i>	2	0.01	99.87	589.9	0.10	99.77
<i>Liparis tessellatus</i>	2	0.01	99.88	114.2	0.02	99.79
<i>Pholis nebulosa</i>	2	0.01	99.89	188.2	0.03	99.82
<i>Thyrssa adelae</i>	2	0.01	99.90	36.1	0.01	99.83
<i>Priacanthus macracanthus</i>	2	0.01	99.91	104.3	0.02	99.85
<i>Lepidotrigla japonica</i>	1	0.01	99.92	40.3	0.01	99.85
<i>Hoplichthys langsdorfii</i>	1	0.01	99.92	8.0	0.00	99.85
<i>Cociella crocodila</i>	1	0.01	99.93	212.9	0.03	99.89
<i>Collichthys niveatus</i>	1	0.01	99.93	18.4	0.00	99.89
<i>Minous pusillus</i>	1	0.01	99.94	8.4	0.00	99.89
<i>Eptatretus burgeri</i>	1	0.01	99.94	159.2	0.03	99.92
<i>Pseudosciaena crocea</i>	1	0.01	99.95	29.0	0.00	99.92
<i>Lepidotrigla kishinouyei</i>	1	0.01	99.96	3.3	0.00	99.92
<i>Glossanodon semifasciata</i>	1	0.01	99.96	8.8	0.00	99.92
<i>Sebastiscus marmoratus</i>	1	0.01	99.97	82.8	0.01	99.94

N: Number of individuals, W: Biomass (g)

Table 1. (continued)

Species	N	N%	Cumulative %	W	W%	Cumulative %
<i>Uranoscopus japonicus</i>	1	0.01	99.97	168.7	0.03	99.96
<i>Hyperoglyphe japonicus</i>	1	0.01	99.98	1.3	0.00	99.96
<i>Leiognathus elongatus</i>	1	0.01	99.98	8.0	0.00	99.97
<i>Leiognathus rivulatus</i>	1	0.01	99.99	3.8	0.00	99.97
<i>Acentrogobius pflaumi</i>	1	0.01	99.99	3.1	0.00	99.97
<i>Hexagrammos otakii</i>	1	0.01	100.00	203.6	0.03	100.00
Total	18,155		100.00	620,673.5		100.00

N: Number of individuals, W: Biomass (g)



Table 2. Number of orders, classes and species of fishes collected by otter trawl in Gori, 2006

Class	Order	Family	Species	%
Pisces	Myxiniiformes	1	1	1.3
	Rajiformes	1	1	1.3
	Anguilliformes	2	2	2.6
	Clupeiformes	2	5	6.5
	Osmeriformes	1	1	1.3
	Stomiiformes	1	1	1.3
	Aulopiformes	1	1	1.3
	Myctophiformes	1	1	1.3
	Ophidiiformes	1	1	1.3
	Gadiformes	2	2	2.6
	Lophiiformes	1	1	1.3
	Zeiformes	1	1	1.3
	Scopaeniformes	8	14	18.2
	Perciformes	20	34	44.2
	Pleuronectiformes	4	10	13.0
	Tetraodoniformes	1	1	1.3
Total	16	48	77	100.0

2.1.2 계절변동

채집 어종수의 월변동을 살펴보면(Fig. 3A), 1월에 33종, 2월에 36종 채집되었으며, 7월에는 조사기간 중 가장 적은 22종이 채집되었다. 그리고 4, 5, 9, 11월에는 비교적 많은 35~41종이 채집되었으며, 3, 6, 8, 10, 12월에는 비교적 적은 23~28종이 채집되었다.

채집개체수 및 생체량의 월변동을 살펴보면(Fig. 3B,C), 3월에 417개체, 47,453g이 채집되어 가장 적은 개체수와 네 번째 적은 채집생체량을 보였다. 이후 채집개체수와 생체량은 증가하여 5월에 78,831g으로 가장 높은 채집생체량을 보였고, 6월에 3,419개체 가장 많은 개체수를 나타내었는데, 이는 5월에 생체량이 높은 황아귀가 많이 채집되었고 6월에는 청어가 약 2,800개체로 많이 채집되었기 때문이다. 채집개체수와 생체량은 7월에는 다시 감소하여 두 번째로 적은 개체수(618개체)와 가장 적은 생체량(19,665g)을 보였다. 그 이후에는 채집 개체수와 채집 생체량은 증가와 감소를 반복하여 12월에 1,381개체, 54,673g의 어류가 채집되었다.

종다양도지수는 0.81(5월)~2.58(6월)의 범위를 보였는데(Fig. 3D), 6월을 제외하고는 1.53~2.58의 값을 나타내었다. 6월에 낮은 값을 나타낸 것은 청어가 전체 채집개체수의 82.2%로 우점하였기 때문이다.

월별 개체수에서 우점종의 변화를 살펴보면(Table 3), 1, 4, 11월에는 열동가리돔이 가장 우점하였으며, 2월, 3월, 9월에는 반딧불게르치, 5월에는 샛비늘치, 6, 7, 8월은 청어, 10월에는 갈치, 12월에는 눈볼대가 가장 우점하였다. 월별 생체량에서 우점종의 변화를 살펴보면, 1, 2, 7, 8, 10월에는 꼼치가 우점하였고, 3월에서 6월, 9, 11월에는 황아귀가 가장 우점하였으며, 12월에는 눈볼대가 가장 우점하였다. 황아귀는 1, 2, 7, 10, 12월에는 두 번째로 우점하였고, 8월에는 세 번째로 우점하여, 연간 꾸준히 생체량에서 우점하는 종이었다. 그리고 눈볼대는 12월에 높은 출현량을 보여(Appendix I) 이 시기에 개체수와 생체량에서 모두 우점하는 종이었다.

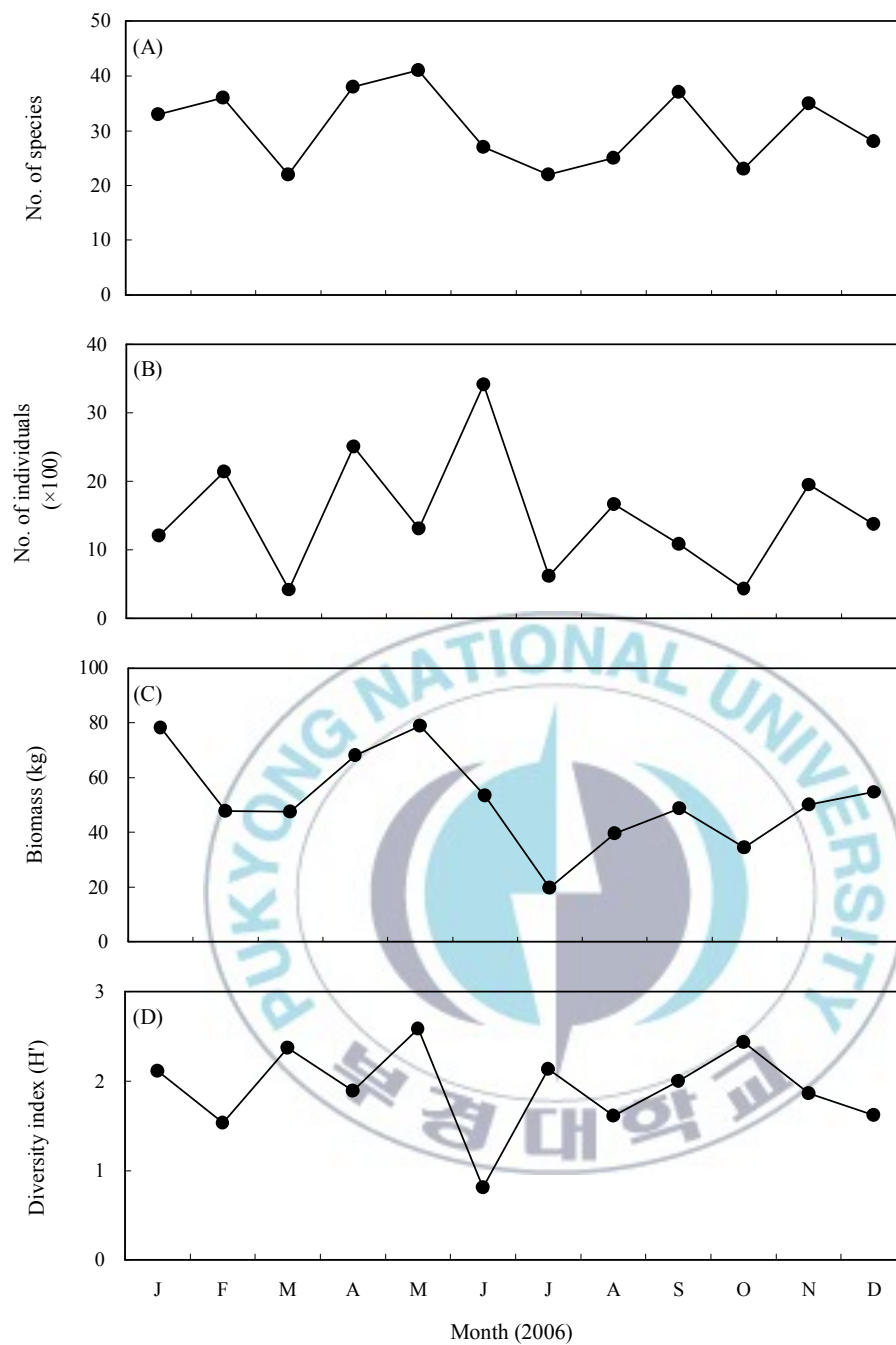


Fig. 3. Monthly variations in number of species (A), number of individuals (B), biomass (C) and diversity index (D) of fishes collected by otter trawl in Gori, 2006.

Table 3. Monthly dominant fish species collected by otter trawl in Gori, 2006

Month	Dominant species			
	Abundance		Biomass	
	Species	%	Species	%
Jan.	<i>Apogon lineatus</i>	44.5	<i>Liparis tanakai</i>	48.0
	<i>Acropoma japonicum</i>	13.0	<i>Lophius litulon</i>	30.4
	<i>Trachurus japonicus</i>	9.7	<i>Zeus faber</i>	5.2
Feb.	<i>Acropoma japonicum</i>	46.6	<i>Liparis tanakai</i>	44.6
	<i>Apogon lineatus</i>	34.9	<i>Lophius litulon</i>	23.2
	<i>Clupea pallasii</i>	3.9	<i>Limanda yokohamae</i>	4.9
Mar.	<i>Acropoma japonicum</i>	32.4	<i>Lophius litulon</i>	41.1
	<i>Apogon lineatus</i>	12.0	<i>Liparis tanakai</i>	39.1
	<i>Coelorinchus multispinulosus</i>	8.2	<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	7.5
Apr.	<i>Apogon lineatus</i>	41.6	<i>Lophius litulon</i>	64.9
	<i>Acropoma japonicum</i>	30.1	<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	9.0
	<i>Repomucenus lunatus</i>	4.5	<i>Limanda yokohamae</i>	4.6
May	<i>Myctophum nitidulum</i>	23.1	<i>Lophius litulon</i>	57.2
	<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	20.4	<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	8.5
	<i>Liparis tanakai</i>	9.3	<i>Liparis tanakai</i>	6.7
Jun.	<i>Clupea pallasii</i>	82.2	<i>Lophius litulon</i>	52.2
	<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	7.2	<i>Clupea pallasii</i>	14.7
	<i>Lophius litulon</i>	4.4	<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	11.8
Jul.	<i>Clupea pallasii</i>	36.9	<i>Liparis tanakai</i>	34.5
	<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	11.2	<i>Lophius litulon</i>	19.5
	<i>Coelorinchus multispinulosus</i>	11.0	<i>Clupea pallasii</i>	18.9
Aug.	<i>Clupea pallasii</i>	45.6	<i>Liparis tanakai</i>	31.1
	<i>Engraulis japonicus</i>	30.5	<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	15.5
	<i>Acropoma japonicum</i>	8.0	<i>Lophius litulon</i>	11.3
Sep.	<i>Acropoma japonicum</i>	53.6	<i>Lophius litulon</i>	19.6
	<i>Psenopsis anomala</i>	8.7	<i>Psenopsis anomala</i>	18.0
	<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	6.5	<i>Liparis tanakai</i>	15.6
Oct.	<i>Trichiurus lepturus</i>	20.5	<i>Liparis tanakai</i>	37.5
	<i>Lepidotrigla guentheri</i>	19.4	<i>Lophius litulon</i>	17.4
	<i>Acropoma japonicum</i>	15.4	<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	10.2
Nov.	<i>Apogon lineatus</i>	50.5	<i>Lophius litulon</i>	22.7
	<i>Acropoma japonicum</i>	13.8	<i>Doederleinia berycoides</i>	13.1
	<i>Doederleinia berycoides</i>	9.8	<i>Trachurus japonicus</i>	12.2
Dec.	<i>Doederleinia berycoides</i>	46.1	<i>Doederleinia berycoides</i>	41.2
	<i>Apogon lineatus</i>	28.2	<i>Lophius litulon</i>	27.8
	<i>Acropoma japonicum</i>	10.6	<i>Liparis tanakai</i>	15.8

2.2 삼각망

2.2.1 어류의 종조성

조사기간 동안 9목, 35과, 59종, 10,215개체, 2,186,962g의 어류가 채집되었다 (Table 4). 분류군별(Order) 출현어종수를 살펴보면 농어목(Perciformes) 어류가 20과 31종으로 가장 많이 채집되었으며, 그 다음으로 쏨뱅이목(Scorpaeniformes) 어류가 4과 8종, 가자미목(Pleuronectiformes) 어류가 3과 3종 채집되었다. 그 외 북어목(Tetraodoniformes) 어류가 2과 8종, 청어목(Clupeiformes) 어류가 2과 4종 채집되었으며, 나머지 분류군은 1과 1종씩 채집되었다(Table 5).

개체수에서 가장 많이 채집된 어종은 전갱이로 5,935개체가 채집되어 전체 채집개체수의 58.10%를 차지하였다. 그 다음으로 숭어(*Mugil cephalus*)가 2,264개체 채집되어 전체 채집개체수의 22.16%를 차지하였다. 그 외 전어(*Konosirus punctatus*), 열동가리돔, 성대(*Chelidomichthys kumu*), 망상어(*Ditrema temminckii*), 조피볼락(*Sebastes schlegeli*), 줄도화돔(*Apogon semilineatus*) 순으로 많이 채집되었는데 상기 8종은 110개체 이상 채집되었으며 전체 채집개체수의 92.67%를 차지하여 우점하였다. 그 외 민달고기(*Zenopsis nebulosa*), 주둥치(*Leiognathus nuchalis*), 청어 등 총 59종의 어류가 채집되었다.

생체량에서는 숭어가 1,839,138g 채집되었고 전체 채집생체량의 84.10%를 차지하여 우점하였다. 그 다음으로 전갱이, 방어(*Seriola quinqueradiata*), 전어, 성대 순으로 많이 채집되었다. 상기 5어종은 전체 채집생체량의 92.80%를 차지하였다.

Table 4. Species composition of fishes collected by an three side fyke net in Gori, 2006

Species	N	N%	Cumulative %	W	W%	Cumulative %
<i>Trachurus japonicus</i>	5,935	58.10	58.10	59,938.8	2.74	2.74
<i>Mugil cephalus</i>	2,264	22.16	80.26	1,839,137.6	84.10	86.84
<i>Konosirus punctatus</i>	389	3.81	84.07	45,616.8	2.09	88.92
<i>Apogon lineatus</i>	319	3.12	87.20	2,787.8	0.13	89.05
<i>Chelidonichthys kumu</i>	160	1.57	88.76	31,981.2	1.46	90.51
<i>Ditrema temmincki</i>	148	1.45	90.21	13,926.2	0.64	91.15
<i>Sebastes schlegeli</i>	132	1.29	91.50	15,202.1	0.70	91.84
<i>Apogon semilineatus</i>	119	1.16	92.67	277.2	0.01	91.86
<i>Zenopsis nebulosa</i>	90	0.88	93.55	3,421.2	0.16	92.01
<i>Leiognathus nuchalis</i>	89	0.87	94.42	1,353.0	0.06	92.07
<i>Clupea pallasii</i>	75	0.73	95.15	6,389.6	0.29	92.37
<i>Sphyraena pinguis</i>	54	0.53	95.68	4,071.2	0.19	92.55
<i>Limanda yokohamae</i>	53	0.52	96.20	15,300.5	0.70	93.25
<i>Psenopsis anomala</i>	40	0.39	96.59	2,795.7	0.13	93.38
<i>Lonpius litulon</i>	35	0.34	96.94	30,675.3	1.40	94.78
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	32	0.31	97.25	5,256.1	0.24	95.02
<i>Seriola quinqueradiata</i>	29	0.28	97.53	52,726.8	2.41	97.43
<i>Zeus faber</i>	28	0.27	97.81	7,173.8	0.33	97.76
<i>Platycephalus indicus</i>	22	0.22	98.02	2,474.5	0.11	97.88
<i>Argyrosomus argentatus</i>	19	0.19	98.21	900.6	0.04	97.92
<i>Pagrus major</i>	19	0.19	98.39	6,407.1	0.29	98.21
<i>Pampus echinogaster</i>	19	0.19	98.58	3,153.4	0.14	98.35
<i>Acropoma japonicum</i>	14	0.14	98.72	32.8	0.00	98.36
<i>Engraulis japonicus</i>	14	0.14	98.85	100.6	0.00	98.36
<i>Girella punctata</i>	12	0.12	98.97	6,927.2	0.32	98.68
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	10	0.10	99.07	2,577.7	0.12	98.79
<i>Paralichthys olivaceus</i>	10	0.10	99.17	6,133.7	0.28	99.08
<i>Lateolabrax japonicus</i>	8	0.08	99.25	7,693.8	0.35	99.43
<i>Lepidotrigla guentheri</i>	7	0.07	99.31	721.0	0.03	99.46
<i>Sebastes inermis</i>	7	0.07	99.38	374.7	0.02	99.48
<i>Neoditrema ransonneti</i>	6	0.06	99.44	327.7	0.01	99.49
<i>Sillago japonicus</i>	6	0.06	99.50	482.6	0.02	99.51
<i>Thamnaconus modestus</i>	5	0.05	99.55	2,185.2	0.10	99.61
<i>Sardinella zunasi</i>	4	0.04	99.59	61.7	0.00	99.62
<i>Collichthys lucidus</i>	3	0.03	99.62	109.4	0.01	99.62
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	3	0.03	99.65	945.6	0.04	99.67
<i>Priacanthus macracanthus</i>	3	0.03	99.68	221.1	0.01	99.68

N: Number of individuals, W: Biomass (g)

Table 4. (continued)

Species	N	N%	Cumulative %	W	W%	Cumulative %
<i>Scombrops boops</i>	3	0.03	99.71	479.8	0.02	99.70
<i>Aluterus monoceros</i>	2	0.02	99.73	1,380.9	0.06	99.76
<i>Hexagrammos otakii</i>	2	0.02	99.75	584.0	0.03	99.79
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	2	0.02	99.77	19.8	0.00	99.79
<i>Kaiwarinus equula</i>	2	0.02	99.78	24.1	0.00	99.79
<i>Leiognathus elongatus</i>	2	0.02	99.80	4.3	0.00	99.79
<i>Scomberomorus niphonius</i>	2	0.02	99.82	1,215.9	0.06	99.84
<i>Takifugu pardalis</i>	2	0.02	99.84	560.7	0.03	99.87
<i>Takifugu rubripes</i>	2	0.02	99.86	604.8	0.03	99.90
<i>Takifugu xanthopterus</i>	2	0.02	99.88	537.4	0.02	99.92
<i>Seriolina nigrofasciata</i>	1	0.01	99.89	398.8	0.02	99.94
<i>Saurida undosquamis</i>	1	0.01	99.90	87.6	0.00	99.95
<i>Microcanthus strigatus</i>	1	0.01	99.91	40.3	0.00	99.95
<i>Pholis nebulosa</i>	1	0.01	99.92	79.9	0.00	99.95
<i>Takifugu niphobles</i>	1	0.01	99.93	37.4	0.00	99.95
<i>Lepidotrigla kishinouyei</i>	1	0.01	99.94	124.8	0.01	99.96
<i>Hyperoglyphe japonicus</i>	1	0.01	99.95	1.1	0.00	99.96
<i>Lagocephalus weeleri</i>	1	0.01	99.96	113.8	0.01	99.96
<i>Seriola dumerili</i>	1	0.01	99.97	576.5	0.03	99.99
<i>Rhyncopelates oxyrhynchus</i>	1	0.01	99.98	14.6	0.00	99.99
<i>Monocentris japonicus</i>	1	0.01	99.99	82.8	0.00	99.99
<i>Paraplagusia japonica</i>	1	0.01	100.00	130.9	0.01	100.00
Total	10,215	100.00		2,186,961.5	100.00	

N: Number of individuals, W: Biomass (g)

Table 5. Number of orders, classes and species of fishes collected by three side fyke net in Gori, 2006

Class	Order	Family	Species	%
Pisces	Anguilliformes	1	1	1.7
	Clupeiformes	2	4	6.8
	Beryciformes	1	1	1.7
	Lophiiformes	1	1	1.7
	Zeiformes	1	2	3.4
	Scopaeniformes	4	8	13.6
	Perciformes	20	31	52.5
	Pleuronectiformes	3	3	5.1
	Tetraodoniformes	2	8	13.6
Total	9	35	59	100.0



2.1.2 계절변동

채집 어종수의 월변동을 살펴보면(Fig. 4A) 1월에서 5월까지 16~24종이 채집되었고 6월에 27종으로 가장 많은 종이 채집되었다. 이후 채집 종수가 줄어들어 8월에 14종이 채집되었고 다시 증가하여 9월과 10월에 각각 18종, 22종이 채집되었으며, 11월에 연중 가장 적은 11종이 채집되었다.

채집개체수 및 생체량의 월변동을 살펴보면(Fig. 4B,C), 1월에 319개체, 64,089g이 채집되어 세 번째 적은 개체수와 가장 적은 채집생체량을 보였다. 이후 그 값은 증가하여 3월에 1,101개체, 480,658g이 채집되어 가장 높은 생체량을 나타내었는데, 이는 이 시기에 생체량이 높은 송어가 많이 채집되었기 때문이다. 이후 채집개체수는 11월까지 280~704개체로 비교적 낮은 값을 나타내었고 12월에 급격히 증가하여 4,971개체가 채집되었는데, 이 시기에는 전갱이가 4,780개체 채집되었다. 채집생체량은 3월 이후 감소하여 67,715~186,479g 채집되었고 11월에 증가하여 304,830g 채집되었다. 11월 역시 생체량이 높은 송어가 많이 채집되었다.

종다양도지수는 0.22~2.01의 범위를 보였는데, 3월(1.12), 11월(0.76), 12월(0.22)을 제외하고는 1.64~2.01의 범위를 보였다(Fig. 4D). 3월, 11월, 12월에 비교적 낮은 값을 나타낸 것으로 3월에는 전갱이와 송어가 전체 채집개체수의 90.1%를 차지하였고, 11월에는 송어가 전체 채집개체수의 81.9%, 12월에는 전갱이가 전체 채집개체수의 96.2%를 차지하여 우점하였기 때문이다.

월별 개체수에서 우점종의 변화를 살펴보면(Table 7), 1월, 4월, 5월, 12월에는 전갱이가 가장 우점하였고, 8월에는 열동가리돔이, 그 외에는 송어가 가장 우점하였다. 전체적으로 전갱이와 송어가 전 계절에 우점하는 경향을 나타내었다. 월별 생체량에서 우점종의 변화를 살펴보면(Table 7), 모든 계절에서 송어가 가장 우점하였다. 두 번째 우점종은 계절마다 차이가 있었는데, 1월에는 망상어, 2월과 9월에는 황아귀, 3월, 8월, 12월에는 전갱이, 4월에는 조피볼락, 5월, 6월, 10월에는 방어, 7월에는 전어, 11월에는 벵에돔이 우점하였다.

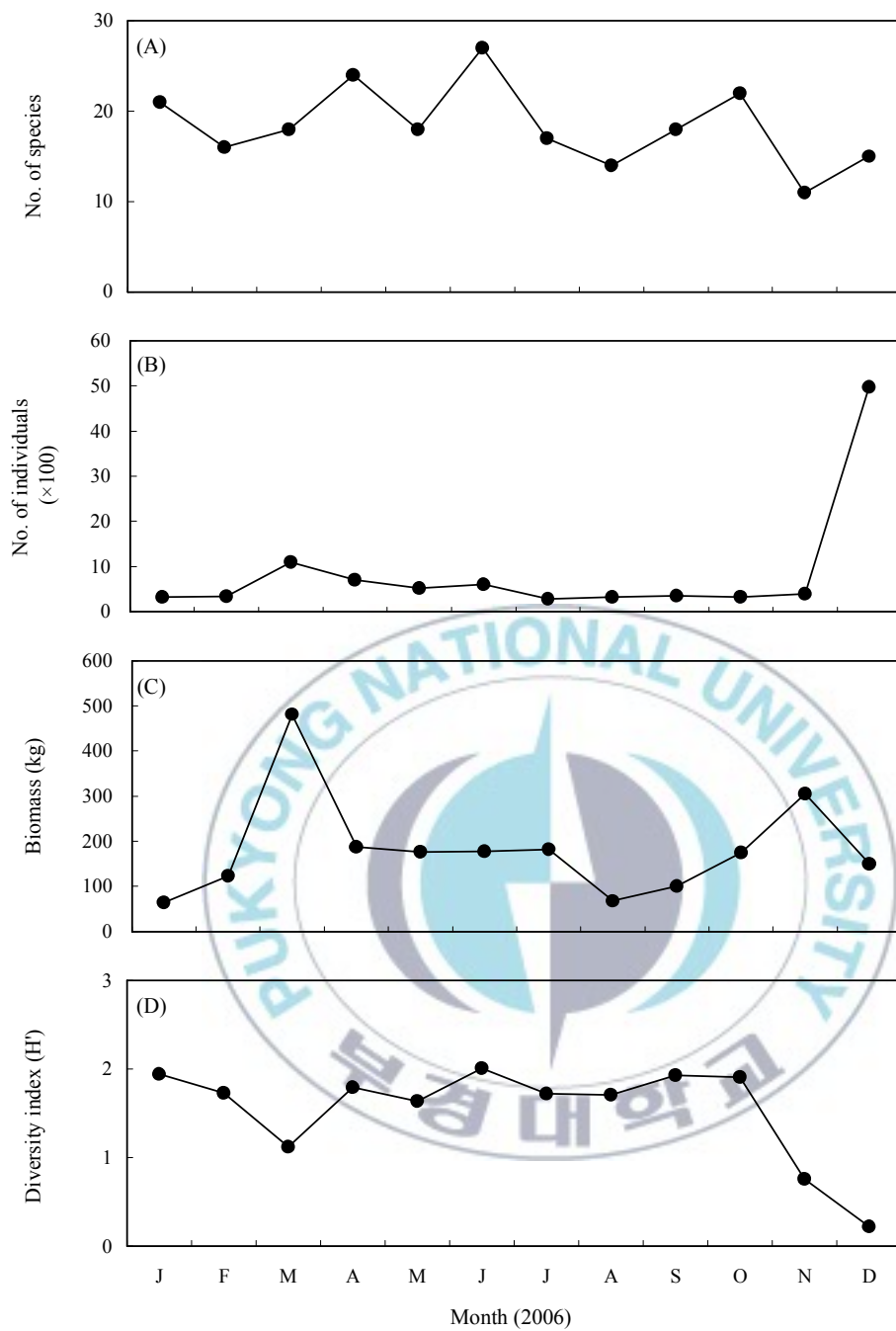


Fig. 4. Monthly variations in number of species (A), number of individuals (B), biomass (C) and diversity index (D) of fishes collected by three sides fyke net in Gori, 2006.

Table 6. Monthly dominant fish species collected by three side fyke net in Gori, 2006

Month	Dominant species			
	Abundance		Biomass	
	Species	%	Species	%
Jan.	<i>Trachurus japonicus</i>	32.6	<i>Mugil cephalus</i>	52.6
	<i>Ditrema temmincki</i>	30.4	<i>Ditrema temmincki</i>	12.1
	<i>Mugil cephalus</i>	9.4	<i>Trachurus japonicus</i>	7.0
Feb.	<i>Mugil cephalus</i>	43.1	<i>Mugil cephalus</i>	93.0
	<i>Apogon semilineatus</i>	21.8	<i>Lonpius litulon</i>	2.0
	<i>Trachurus japonicus</i>	15.0	<i>Ditrema temmincki</i>	1.4
Mar.	<i>Mugil cephalus</i>	53.2	<i>Mugil cephalus</i>	94.5
	<i>Trachurus japonicus</i>	36.9	<i>Trachurus japonicus</i>	1.5
	<i>Konosirus punctatus</i>	4.6	<i>Limanda yokohamae</i>	1.2
Apr.	<i>Trachurus japonicus</i>	45.7	<i>Mugil cephalus</i>	86.5
	<i>Mugil cephalus</i>	25.6	<i>Sebastes schlegeli</i>	2.1
	<i>Sebastes schlegeli</i>	5.3	<i>Pagrus major</i>	2.0
May	<i>Trachurus japonicus</i>	33.2	<i>Mugil cephalus</i>	69.0
	<i>Mugil cephalus</i>	31.3	<i>Seriola quinqueradiata</i>	11.5
	<i>Konosirus punctatus</i>	18.5	<i>Konosirus punctatus</i>	8.5
Jun.	<i>Mugil cephalus</i>	36.6	<i>Mugil cephalus</i>	66.9
	<i>Chelidonichthys kumu</i>	16.9	<i>Seriola quinqueradiata</i>	10.5
	<i>Zenopsis nebulosa</i>	15.1	<i>Chelidonichthys kumu</i>	10.3
Jul.	<i>Mugil cephalus</i>	40.0	<i>Mugil cephalus</i>	91.6
	<i>Apogon lineatus</i>	30.0	<i>Konosirus punctatus</i>	3.8
	<i>Konosirus punctatus</i>	10.7	<i>Lonpius litulon</i>	1.7
Aug.	<i>Apogon lineatus</i>	35.2	<i>Mugil cephalus</i>	82.5
	<i>Mugil cephalus</i>	30.8	<i>Trachurus japonicus</i>	6.1
	<i>Konosirus punctatus</i>	14.2	<i>Konosirus punctatus</i>	4.5
Sep.	<i>Mugil cephalus</i>	39.1	<i>Mugil cephalus</i>	72.1
	<i>Apogon lineatus</i>	18.7	<i>Lonpius litulon</i>	12.0
	<i>Konosirus punctatus</i>	13.5	<i>Konosirus punctatus</i>	8.7
Oct.	<i>Mugil cephalus</i>	47.9	<i>Mugil cephalus</i>	83.6
	<i>Konosirus punctatus</i>	13.5	<i>Seriola quinqueradiata</i>	7.9
	<i>Apogon lineatus</i>	8.0	<i>Konosirus punctatus</i>	1.8
Nov.	<i>Mugil cephalus</i>	81.9	<i>Mugil cephalus</i>	96.3
	<i>Trachurus japonicus</i>	9.7	<i>Girella punctata</i>	2.3
	<i>Girella punctata</i>	3.1	<i>Pagrus major</i>	0.4
Dec.	<i>Trachurus japonicus</i>	96.2	<i>Mugil cephalus</i>	67.2
	<i>Mugil cephalus</i>	2.4	<i>Trachurus japonicus</i>	22.1
	<i>Leiognathus nuchalis</i>	0.5	<i>Lonpius litulon</i>	3.3

2.3 주요 어종의 출현양상

조사기간 동안 200개체 이상 채집된 어종을 대상으로 월별 출현양상을 살펴 보면 다음과 같다.

전갱이(*Trachurus japonicus*)

조사기간 동안 전갱이는 저인망에 의해서 397개체, 삼각망에 의해서 5,935개체, 총 6,332개체가 채집되었으며, 이들의 표준체장(SL)은 4.8~30.4 cm의 범위를 보였다(Fig. 5). 12월에 4~5 cm의 작은 체장의 크기군이 출현하기 시작하여 시간이 지남에 따라 성장하는 양상을 나타내었다. 7월과 8월에 17 cm 이상의 비교적 큰 체장의 개체들이 출현하였으며, 9월에 10~17 cm 크기군과 23~27 cm 크기군이 주로 출현하였다. 전갱이는 가을과 겨울(12월 제외)에는 저인망에 의해서 주로 채집되었으며, 봄과 여름에는 삼각망에서 많이 채집되었고, 5~8월까지는 비교적 작은 체장의 개체가 출현하지 않았고 큰 개체의 출현량이 많았다. 따라서 전갱이는 12월에 작은 개체가 가입하여 성장하는 양상을 나타내었으며, 5~8월 사이에 성어가 조사해역으로 회유하는 것으로 판단되었다.

열동가리돔(*Apogon lineatus*)

조사기간 동안 열동가리돔은 저인망에 의해서 3,981개체, 삼각망에 의해서 319개체, 총 4,300개체가 채집되었으며, 이들의 표준체장(SL)은 2.1~8.6 cm의 범위를 보였다(Fig. 6). 1월에 2.5~8.0 cm 사이의 체장분포를 보이던 것이 시간이 지남에 따라 우점 체장군의 체장이 증가하는 양상을 보였으며, 8~10월에 4.0~9.0 cm 사이의 가장 큰 체장군을 보였다. 11월에 2.0~2.5 cm의 작은 체장의 개체가 출현하기 시작하였으며, 2.0~6.0 cm와 7.0~9.0 cm의 2개의 체

장군으로 구분되었다. 2.0~6.0 cm 사이의 체장군은 시간이 지남에 따라 체장이 증가하는 양상을 보였다. 열동가리돔은 봄과 겨울철에는 비교적 작은 개체가 저층에 서식하면서 저인망에 의해 채집되었고, 여름과 가을철에 많은 수의 큰 개체가 표층에 서식하면서 삼각망에 의해서 주로 채집되었다. 따라서 열동가리돔은 부화 후 11월에 가입한 개체가 연중 조사해역의 저층에 서식하다가 성장함에 따라 연안가까이의 표층으로 이동하여 서식하는 것으로 유추해 볼 수 있었다.

청어(*Chupea pallasii*)

조사기간 동안 청어는 저인망에 의해서 3,947개체, 삼각망에 의해서 75개체, 총 4,022개체가 채집되었으며, 이들의 표준체장(SL)은 5.6~27.2 cm의 범위를 보였다(Fig. 7). 1월에 20.0~28.0 cm 사이의 비교적 큰 체장의 개체가 우점적으로 출현하였다. 이후 이 체장군은 사라지고 2~4월 까지 10~17 cm의 체장군이 출현하였다. 5월에 5~10 cm의 작은 체장군이 출현하기 시작하였으며 시간이 지남에 따라 체장군의 체장이 증가하는 양상을 나타내었다. 9월 이후 출현한 개체가 적었다. 따라서 청어는 1~5월 사이에 체장 10 cm 이상의 비교적 큰 개체가 조사해역으로 회유하였고, 5월에 가입한 작은 개체들이 8월 까지 조사해역에서 성장한 뒤 9월 이후 대부분이 다른 곳으로 이동한 것으로 판단된다. 조사기간 동안 청어는 수온이 낮은 1~4월에는 저인망과 삼각망에 의해 채집되었으며, 6~8월 사이에 저인망에 의해 대량 채집되었는데, 이 시기의 저층 수온을 살펴보면 약 9~13℃ 사이의 비교적 낮은 수온을 나타내었다. 따라서 청어는 낮은 수온에 출현량이 많은 냉수성 어종으로 판단되었다.

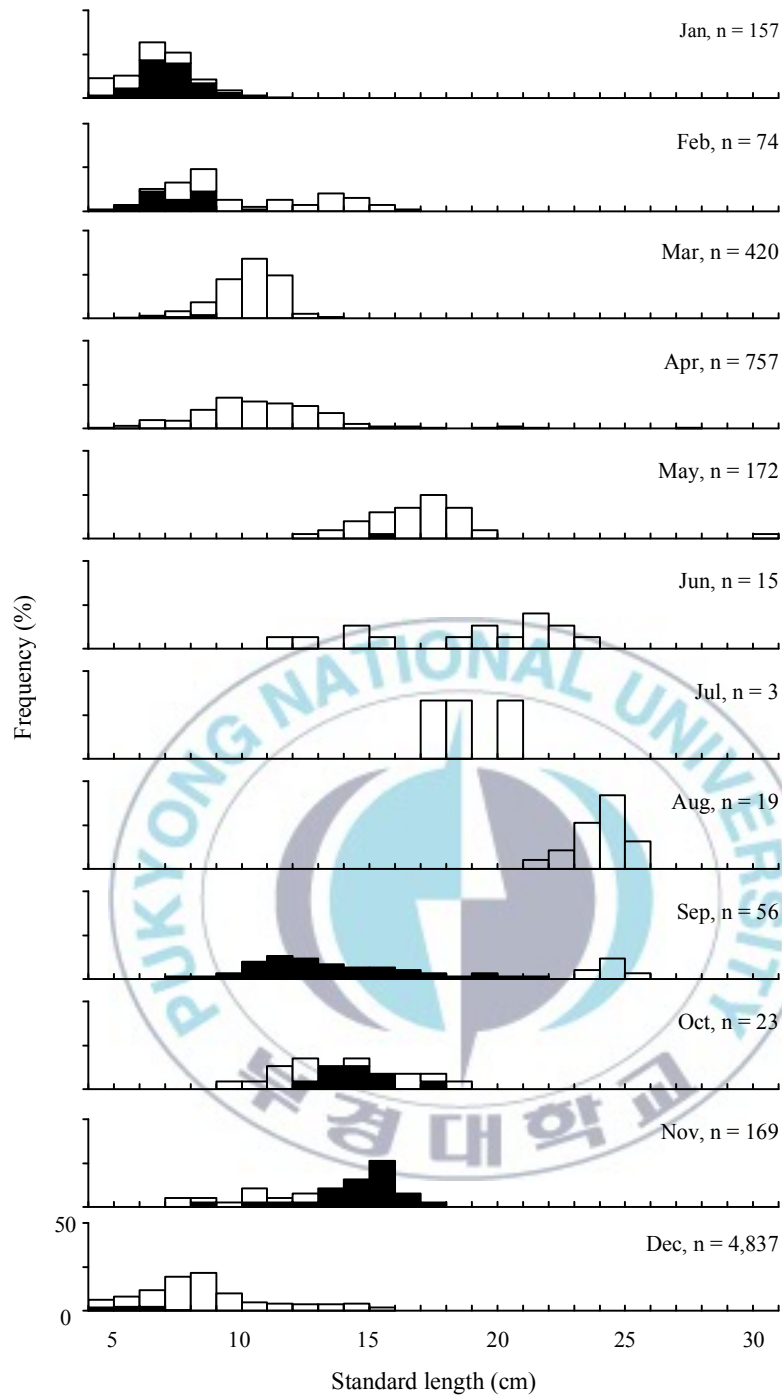


Fig. 5. Monthly variation in standard length-frequency distribution of *Trachurus japonicus* in Gori, 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).

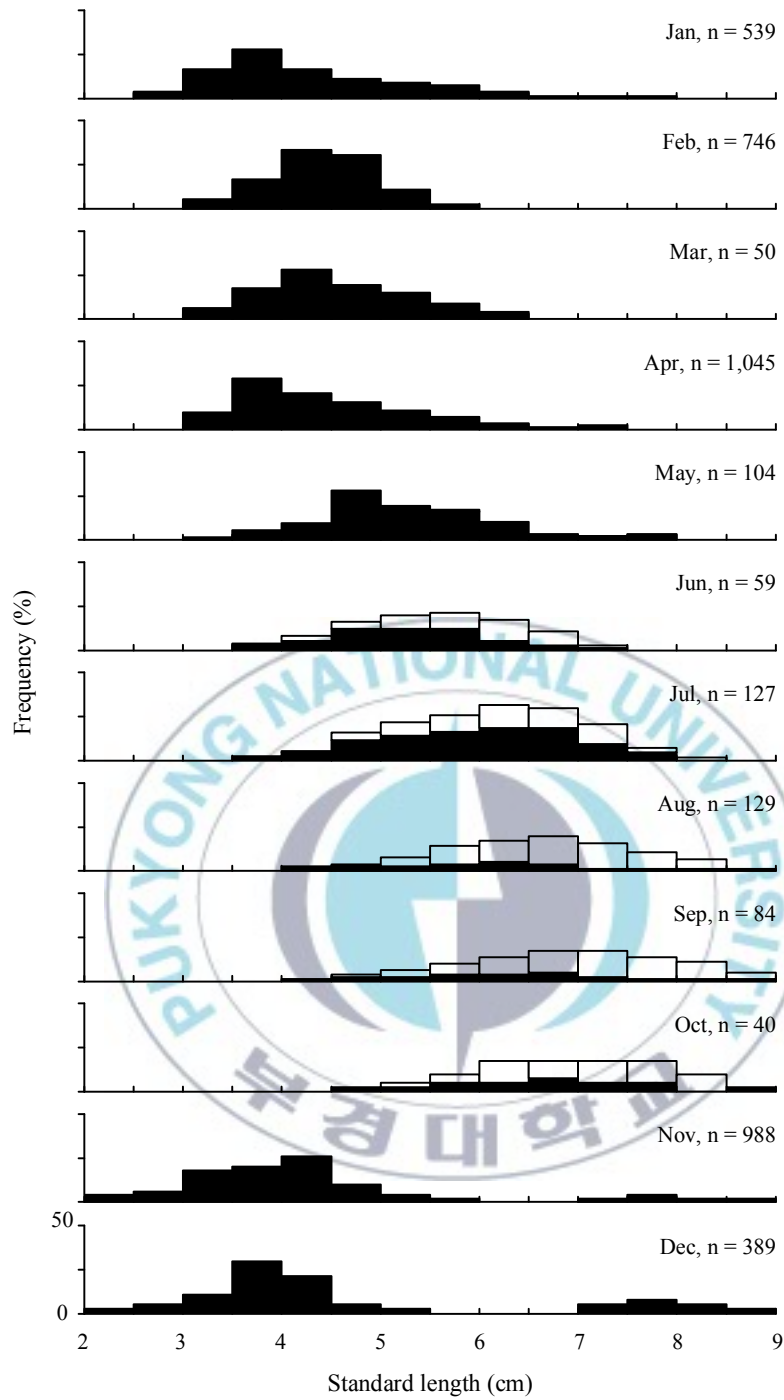


Fig. 6. Monthly variation in standard length-frequency distribution of *Apogon lineatus* in Gori, 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).

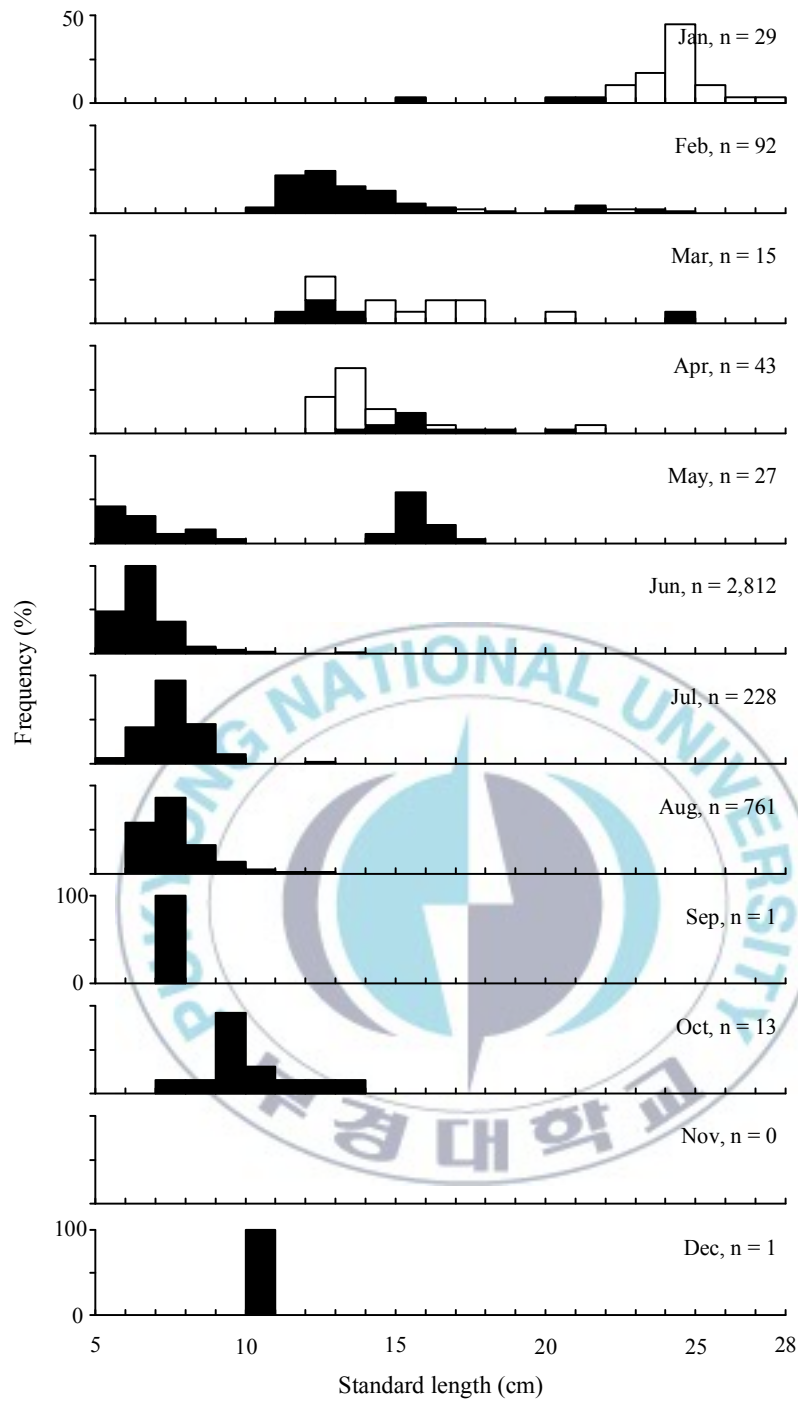


Fig. 7. Monthly variation in standard length-frequency distribution of *Clupea pallasii* in Gori, 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).

반딧불게르치(*Acropoma japonicum*)

조사기간 동안 반딧불게르치는 저인망에 의해서 3,368개체, 삼각망에 의해서 14개체, 총 3,382개체가 채집되었으며, 이들의 표준체장(SL)은 2.7~11.4 cm의 범위를 보였다(Fig. 8). 1월에 2.5~5.5 cm와 6.0~7.0 cm 사이의 두 개 mode의 체장분포를 보이던 것이 시간이 지남에 따라 각 체장군의 체장이 증가하는 양상을 보였으며, 10월에 6.0~8.0 cm와 8.5~11.0 cm의 체장분포를 보였다. 11월에 2.5~3.0 cm 사이의 작은 체장의 개체가 가입하여 출현하기 시작하였으며, 2.5~5.5 cm와 6.0~10.5 cm의 체장군으로 구분되었다. 2.5~5.5 cm 사이의 체장군은 시간이 지남에 따라 체장이 증가하는 양상을 보였다. 반딧불게르치의 월별 출현양상을 살펴보면(Fig. 11), 6월, 7월, 10월에 비교적 낮은 출현량을 보였는데, 6월과 7월에는 저인망의 채집 수심인 30~60 m 수심에서 12.9℃ 이하의 비교적 낮은 수온을 나타내었고, 10월에는 60 m 수심에서 12.7℃의 낮은 수온을 나타내었기 때문에 판단되었다.

송어(*Mugil cephalus*)

조사기간 동안 송어는 저인망에 의해서는 채집되지 않았고, 삼각망에 의해서 2,264개체가 채집되었으며, 이들의 표준체장(SL)은 23.0~56.3 cm의 범위를 보였다(Fig. 9). 송어는 연중 비교적 큰 체장의 개체가 주로 출현하였다. 1월에서 4월과 10월에는 35~57 cm 사이의 비교적 큰 체장군의 개체가 출현하였으며, 5월에서 9월과 11월에서 12월에는 29~51 cm 사이의 비교적 작은 체장군의 개체가 출현하였다. 송어의 월별 출현양상을 살펴보면 연중 비슷한 출현량을 나타내었는데, 봄과 가을에 특히 출현량이 많았다.

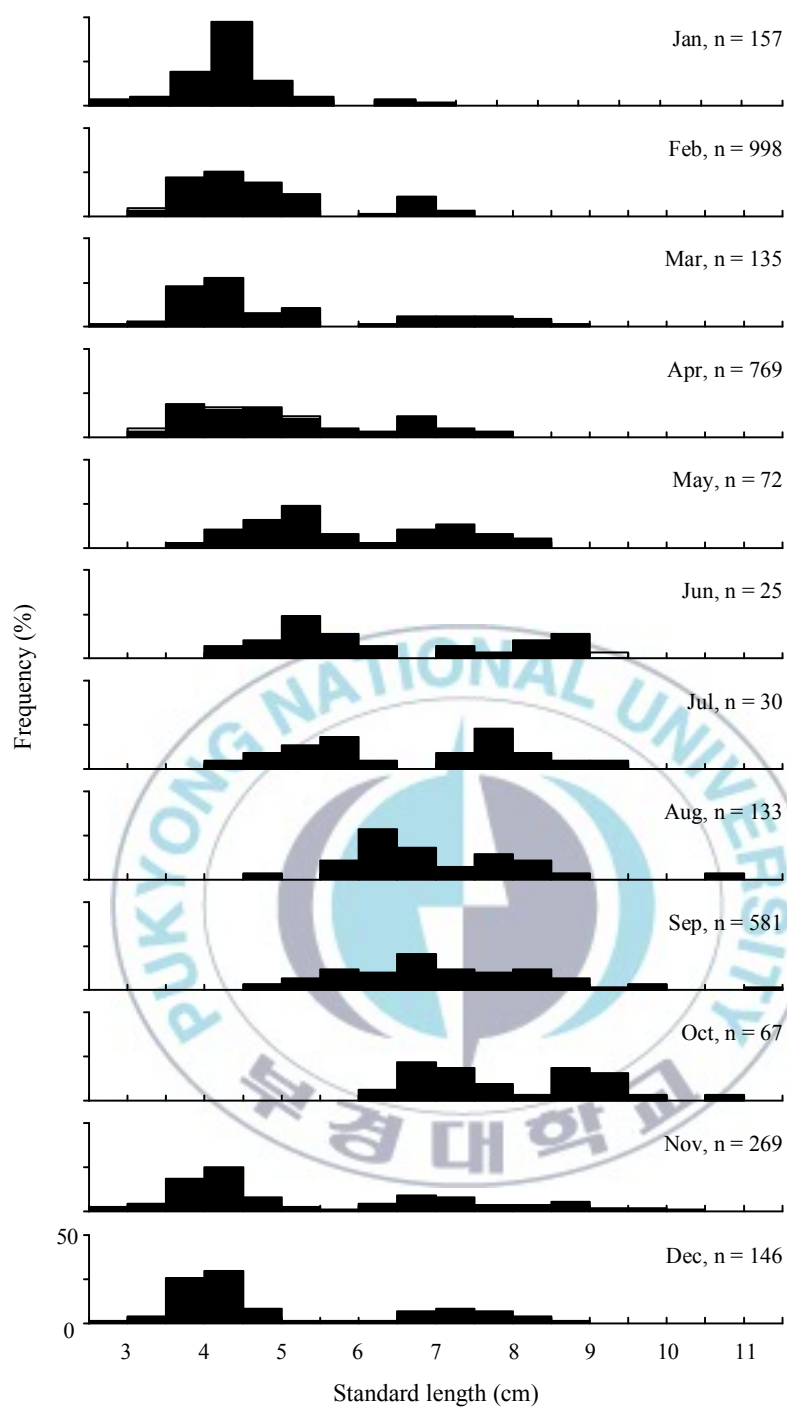


Fig. 8. Monthly variation in standard length-frequency distribution of *Acropoma japonicum* in Gori, 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).

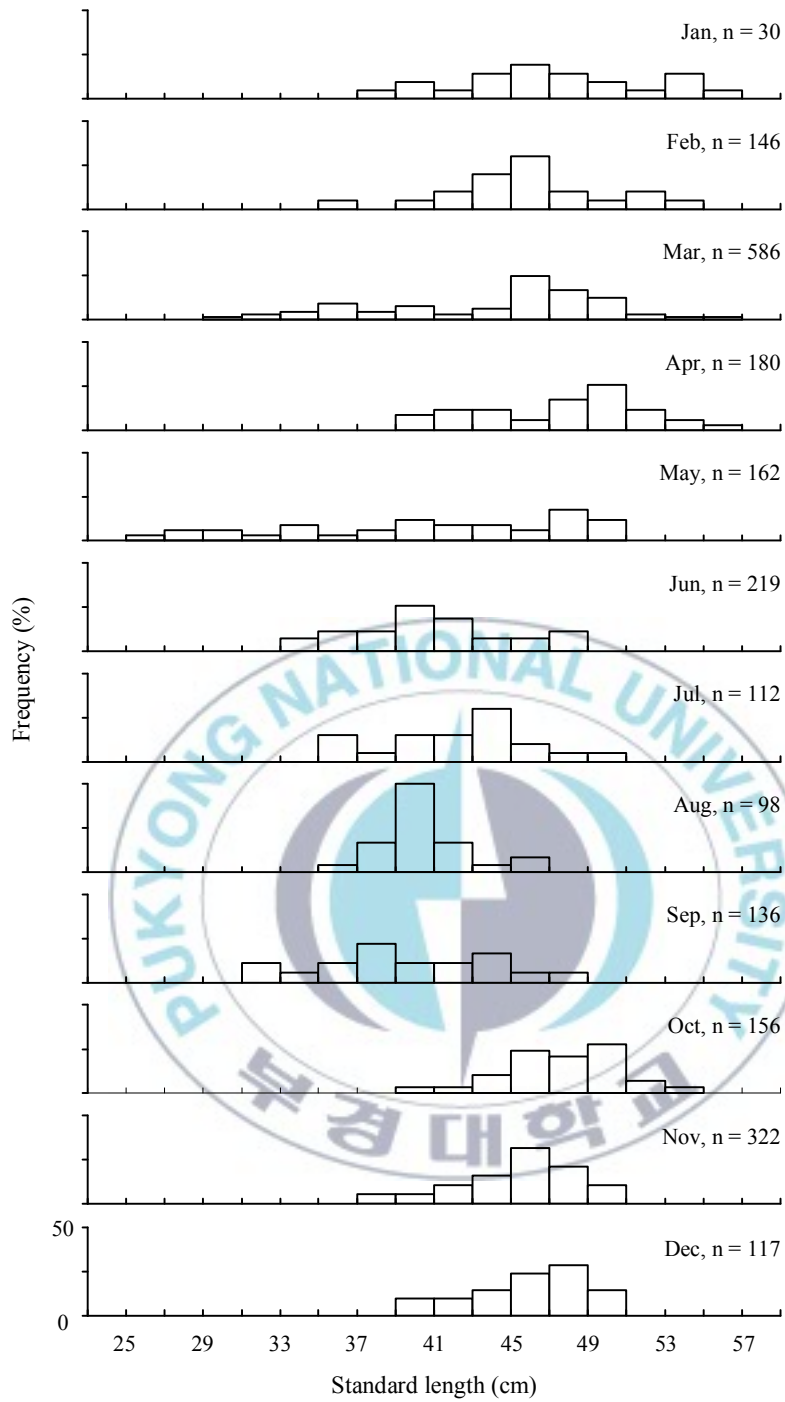


Fig. 9. Monthly variation in standard length-frequency distribution of *Mugil cephalus* in Gori, 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).

눈볼대(*Doederleinia berycoides*)

조사기간 동안 눈볼대는 저인망에 의해서 832개체가 채집되었으며, 이들의 표준체장(SL)은 9.1~21.5 cm를 보였다(Fig. 10). 눈볼대는 5월에 체장 9~12 cm의 비교적 작은 개체가 4개체가 채집되었으며, 11월과 12월에는 체장 9~22 cm 사이의 개체가 채집되었다. 눈볼대의 월별 출현양상을 살펴보면 연중 11월과 12월에 전체 채집개체수의 99.5%가 출현하여 이 시기에 조사해역으로 회유하는 회유성 어종임을 알 수 있었다.

멸치(*Engraulis japonicus*)

조사기간 동안 멸치는 저인망에 의해서 757개체, 삼각망에 의해서 14개체, 총 771개체가 채집되었으며, 이들의 표준체장(SL)은 6.0~13.3 cm의 범위를 보였다(Fig. 11). 3월에 6.0~6.5 cm 사이의 가장 작은 개체가 출현하였으며 그 외에는 7.5 cm 이상의 개체가 출현하였다. 8월에는 10~13.5 cm 사이의 가장 큰 크기군의 개체가 출현하였으며, 10월 이후 출현개체가 줄어들었고 11월과 12월에는 출현한 개체가 없었다. 멸치는 연간 일정한 출현양상을 보이지 않았고, 8월에 전체 개체수의 66.4%가 출현하였다. 따라서 멸치는 조사해역과 그 주변해역에서 1월에서 9월까지 머무는 것으로 판단된다.

용가자미(*Hippoglossoides pinetorum*)

조사기간 동안 용가자미는 저인망에서 611개체가 채집되었으며, 이들의 표준체장(SL)은 10.5~20.3 cm의 범위를 보였다(Fig. 12). 용가자미는 5월에 10~20 cm 사이의 크기군이 출현하였고 12~17 cm 크기군이 전체의 90% 이상을 차지하였다. 그리고 이 크기군인 8월까지 성장하는 양상을 보였으나, 뚜렷한 경향성은 없었다. 용가자미는 조사해역에서 연중 5~8월 사이에만 출현하였으며, 5월과 6월에 전체 출현량의 84.1%가 출현하였다. 따라서 용가자미는 조사해역에서 늦봄과 여름사이에 일시적으로 출현하는 회유종임을 알 수 있었다.

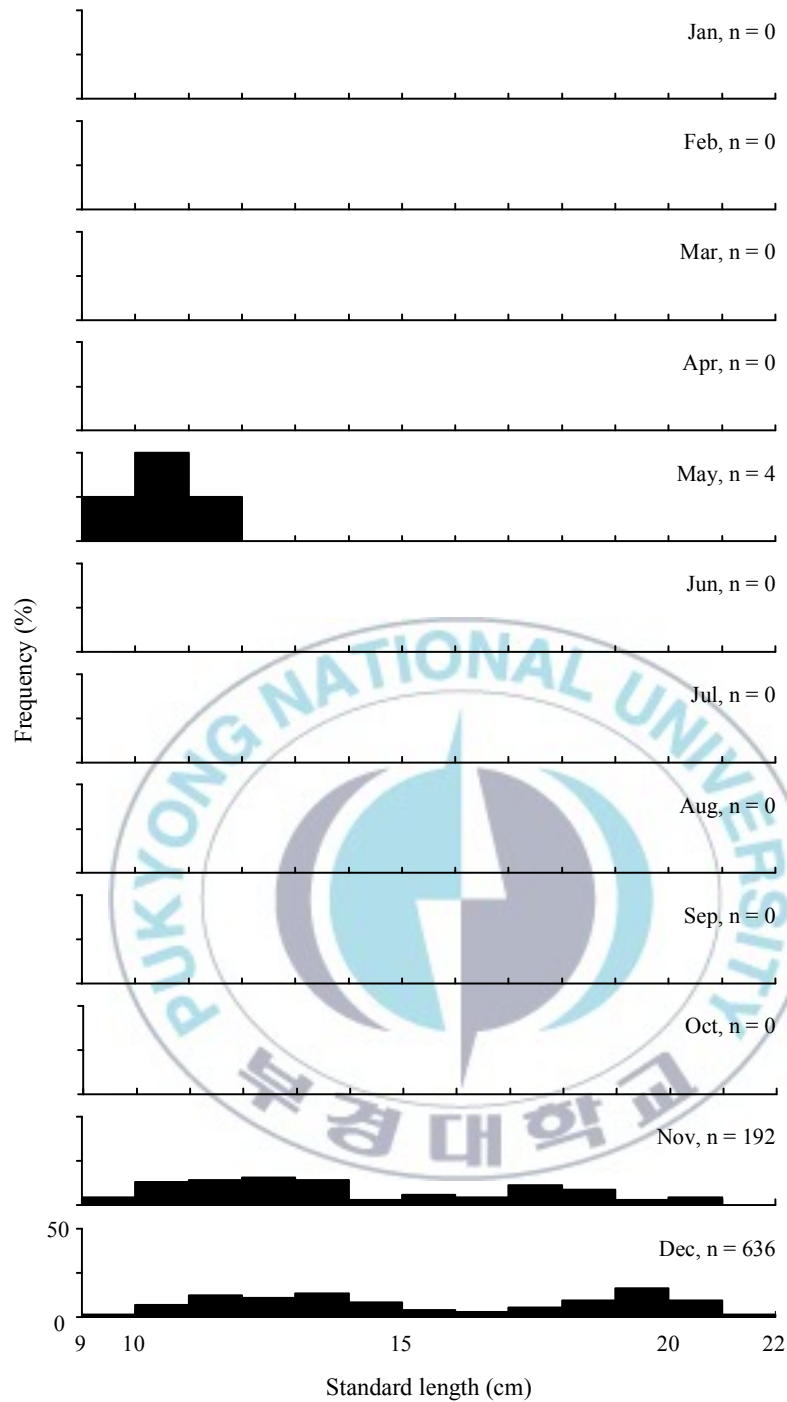


Fig. 10. Monthly variation in standard length-frequency distribution of *Doederleinia berycoides* in Gori, 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).

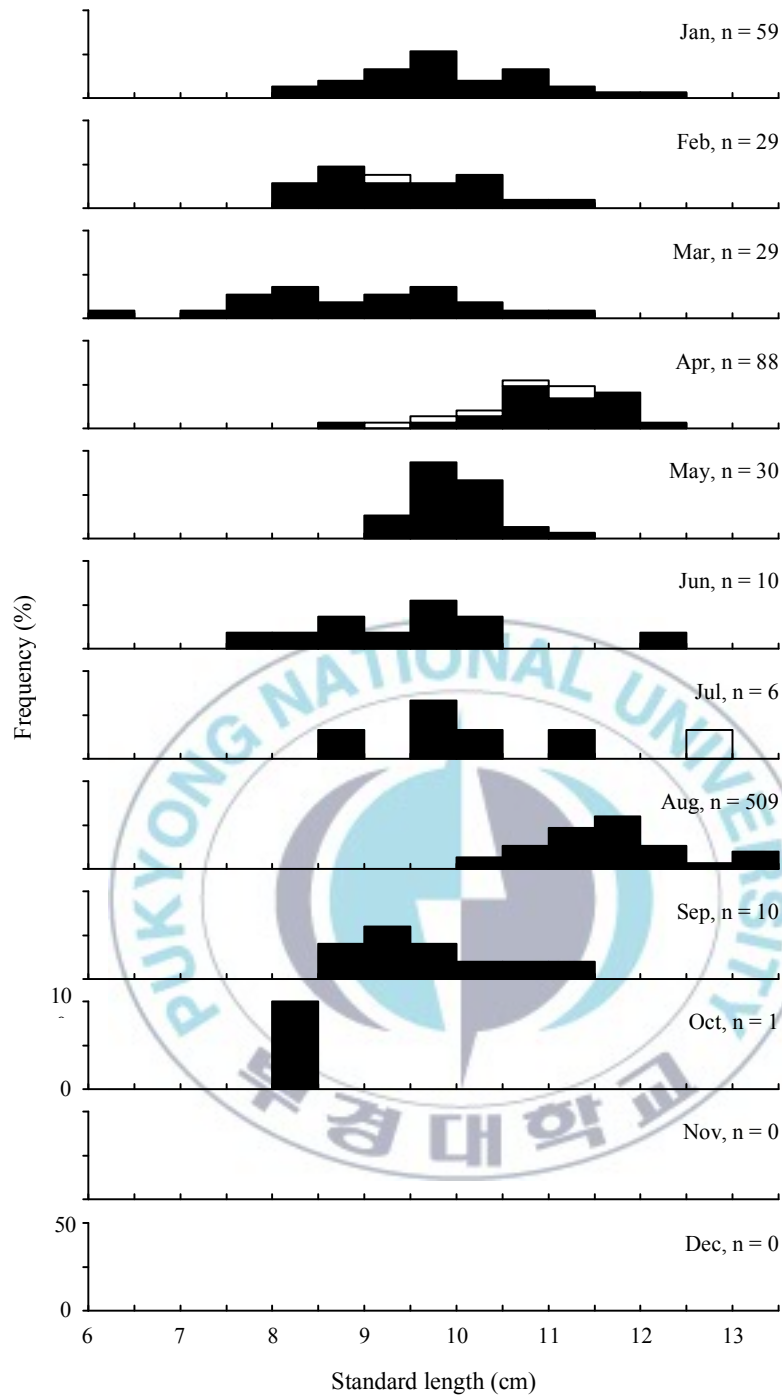


Fig. 11. Monthly variation in standard length-frequency distribution of *Engraulis japonicus* in Gori, 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).

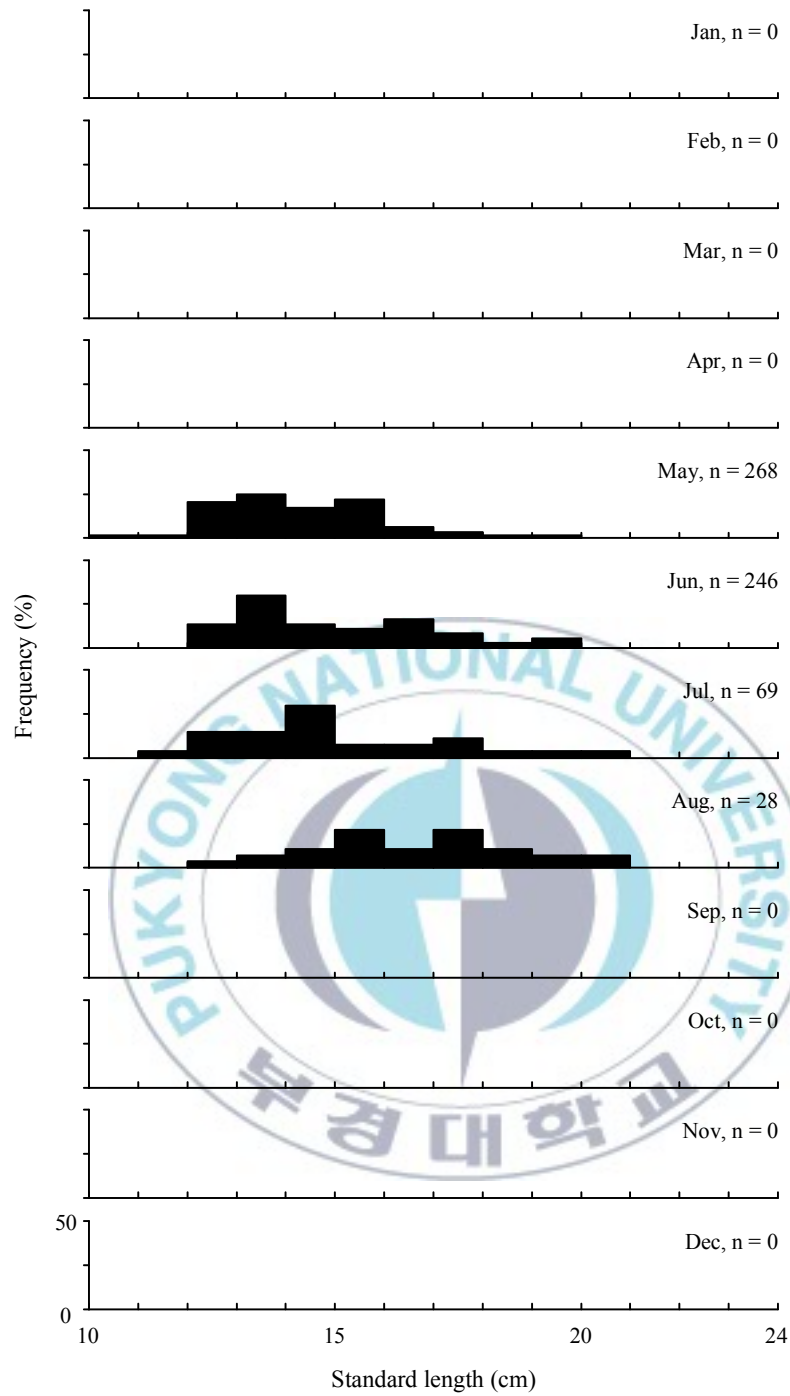


Fig. 12. Monthly variation in standard length-frequency distribution of *Hippoglossoides pinetorum* in Gori, 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).

황아귀(*Lophius litulon*)

조사기간 동안 황아귀는 저인망에서 472개체, 삼각망에서 35개체, 총 507개체가 채집되었으며, 이들의 표준체장(SL)은 4.2~81.2 cm의 범위를 보였다(Fig. 13). 1월과 2월에 20~60 cm 크기군의 개체들이 출현하였고, 3월에 20~40 cm와 50~70 cm의 두 개의 크기군의 개체들이 출현하였다. 4월에 0~10 cm의 작은 크기군의 개체들이 가입하여 출현하기 시작하였고 25~45 cm, 65~85 cm의 3개의 크기군이 출현하였다. 4월에 출현한 작은 크기군은 시간에 따라 성장하는 양상을 나타내었다. 8월에서 12월 까지 10~60 cm 크기군이 출현하였다. 따라서 황아귀는 연중 조사해역에 출현하는 주거종으로 판단된다.

꼼치(*Liparis tanakai*)

조사기간 동안 꼼치는 저인망에 의해서 406개체가 채집되었으며, 이들의 표준체장(SL)은 5.4~57.0 cm의 범위를 보였다(Fig. 14). 꼼치는 1~3월까지는 39~58 cm 사이의 비교적 큰 개체들이 출현하였다. 4월에 5~13 cm 사이의 비교적 작은 크기군의 개체들이 가입을 통하여 출현하기 시작하였으며, 시간이 지남에 따라 이 크기군의 체장이 증가하는 양상을 보였고 12월에 31~47 cm 사이의 개체들이 출현하였다. 따라서 꼼치는 조사해역에서 연중 서식하였지만, 3월 이후 비교적 큰 개체들의 출현량이 없었는데 이는 이들이 사망하거나 다른 곳으로 이동하여 출현하지 않았던 것으로 판단된다.

점넙치(*Pseudorhombus pentophthalmus*)

조사기간 동안 점넙치는 저인망에서 404개체 채집되었으며, 이들의 표준체장(SL)은 10.0~22.8 cm의 범위를 보였다(Fig. 15). 점넙치는 연중 비슷한 크기군의 개체들이 출현하였으며, 5월과 9월에 10.0~11.0 cm 사이의 작은 개체가 출현하였다. 이 작은 개체들은 9월 이후 시간이 지남에 따라 체장이 증가하는 양상을 나타내었다. 점넙치는 조사해역에서 연중 출현하였지만 6월과 7월에는

채집되지 않았다. 조사해역에서 저인망의 주요 채집수심인 30~60 m 사이의 수온을 살펴보면 6월과 7월에 약 9~13℃의 값을 나타내었다(Fig. 2). 따라서 이 시기에 저층의 낮은 수온으로 인하여 점넙치가 출현하지 않은 것으로 판단된다.

전어(*Konosirus punctatus*)

조사기간 동안 전어는 저인망에 의해서 11개체, 삼각망에 의해서 389개체, 총 400개체가 채집되었으며, 이들의 표준체장(SL)은 10.4~24.2 cm의 범위를 보였다(Fig. 16). 전어는 연중 전 체장에 걸쳐 개체들이 출현하였으며, 늦겨울과 봄에 10.0~16.0 cm 사이의 작은 체장군과 17.0~25.0 cm 사이의 큰 체장군이 같이 출현하였으며, 여름과 가을에는 체장 14 cm 이상의 비교적 큰 체장군이 출현하였다. 전어는 조사해역에서 연중 출현하였지만 봄과 가을에 비교적 출현량이 많았다.

줄비늘치(*Coelorinchus multispinulosus*)

조사기간 동안 줄비늘치는 저인망에 의해서 383개체 채집되었으며, 이들의 표준체장(SL)은 5.3~30.4 cm의 범위를 보였다(Fig. 17). 줄비늘치는 1~6월까지는 전 체장에 걸쳐 개체들이 출현하였으며, 6월에 체장 5~6 cm 사이의 작은 개체들이 출현하기 시작하였다. 7월과 8월에는 6~15 cm의 비교적 작은 체장의 개체들이 우점적으로 출현하였으며, 시간이 지남에 체장군의 체장이 증가하는 양상을 나타내었고, 12월에는 12~21 cm 사이의 체장분포를 보였다. 줄비늘치는 조사해역에 9월을 제외하고 연중 일정한 개체가 채집되어 주거종으로 판단되었다.

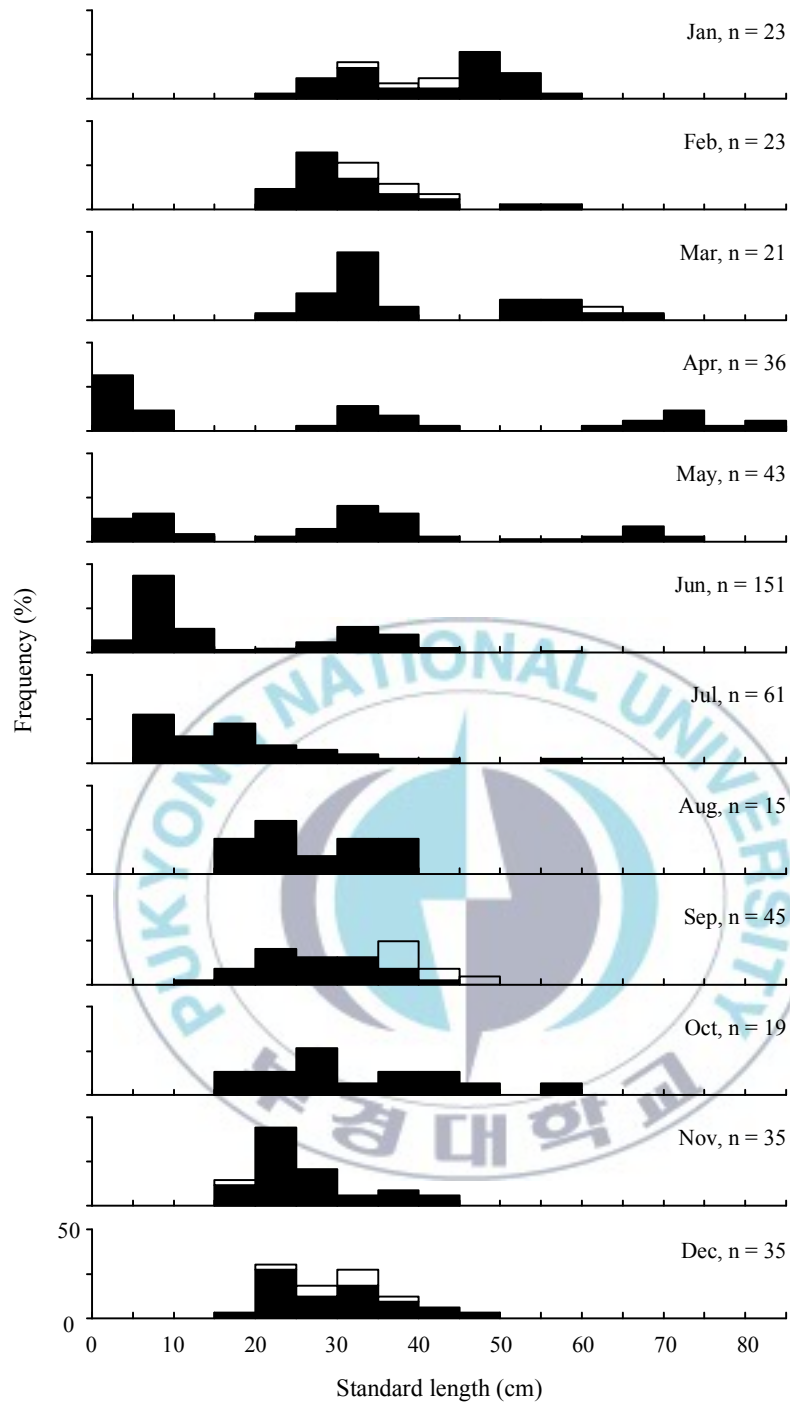


Fig. 13. Monthly variation in standard length-frequency distribution of *Lophius litulon* in Gori, 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).

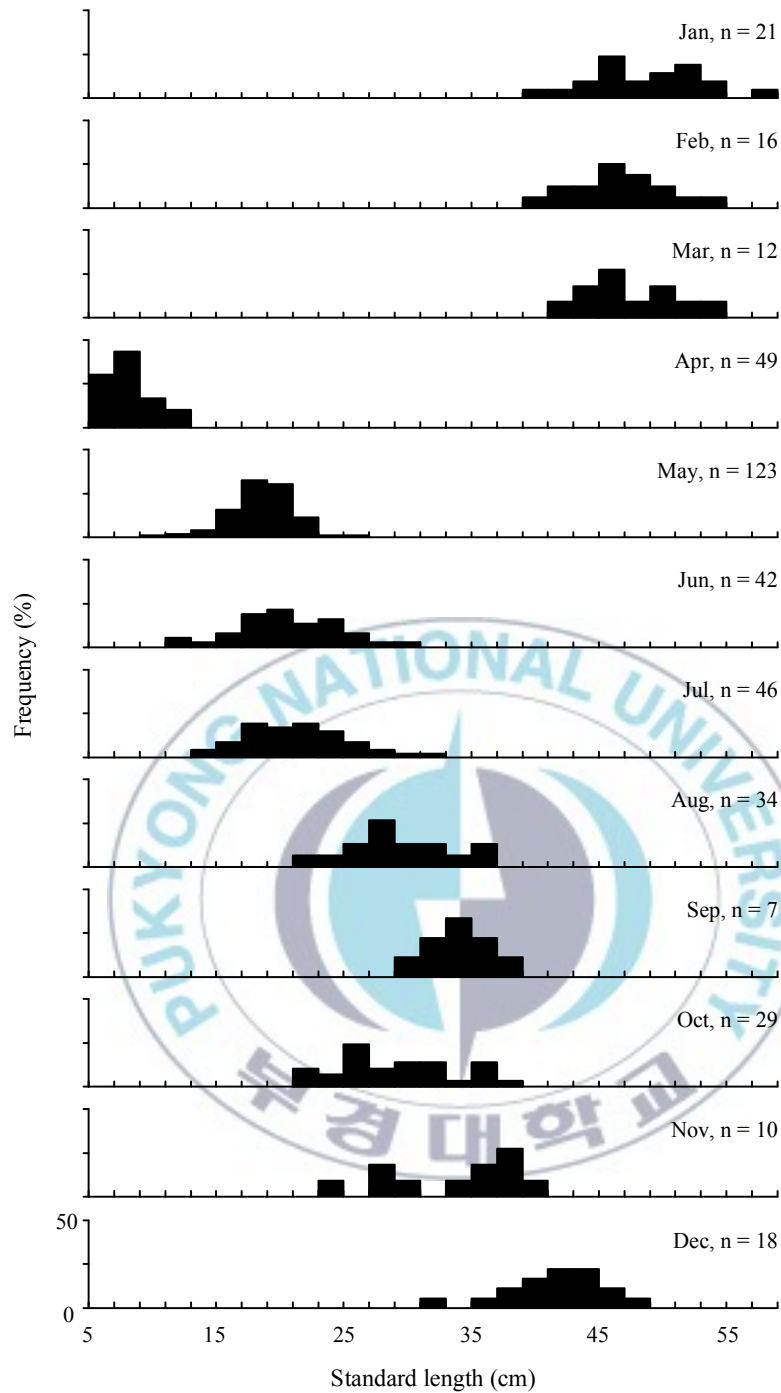


Fig. 14. Monthly variation in standard length-frequency distribution of *Liparis tanakai* in Gori, 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).

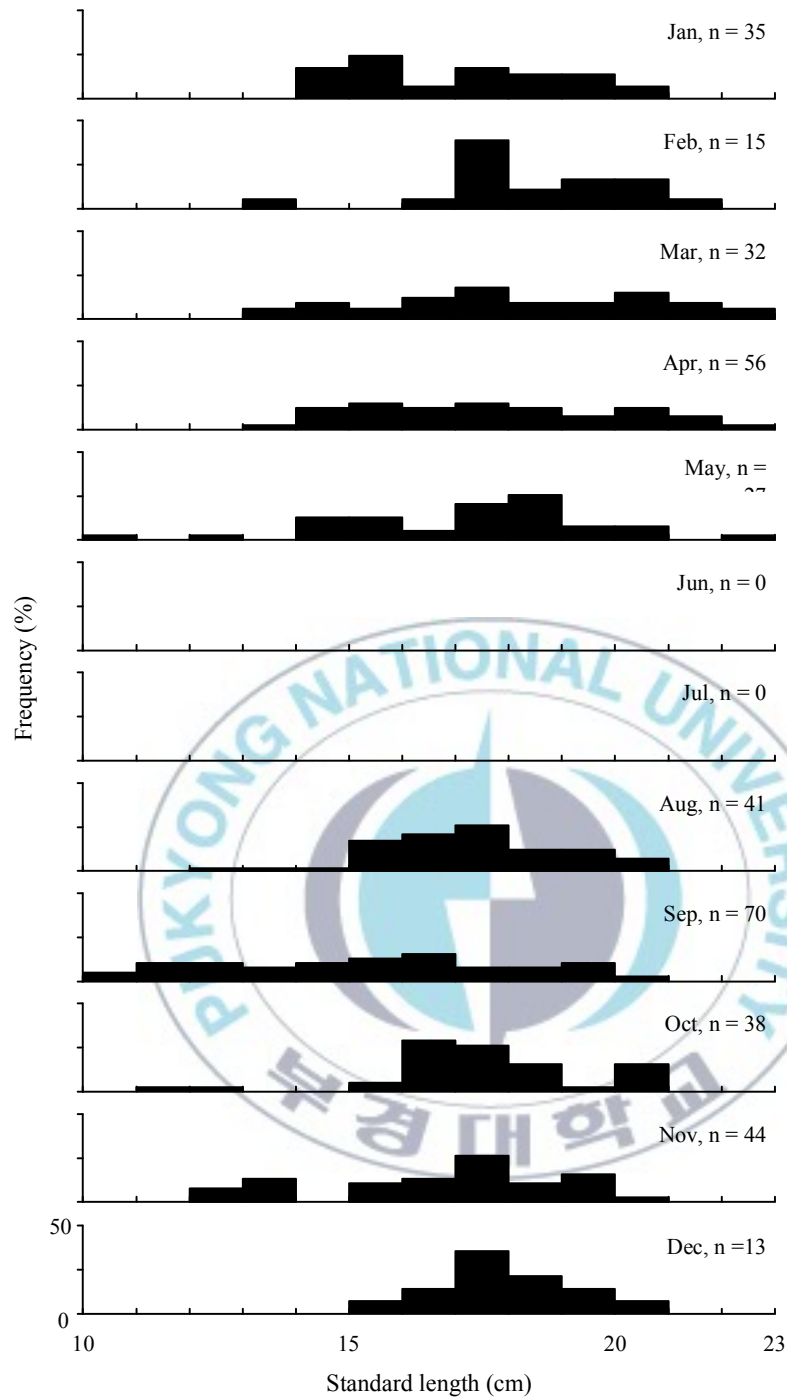


Fig. 15. Monthly variation in standard length-frequency distribution of *Pseudorhombus pentophthalmus* in Gori, 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).

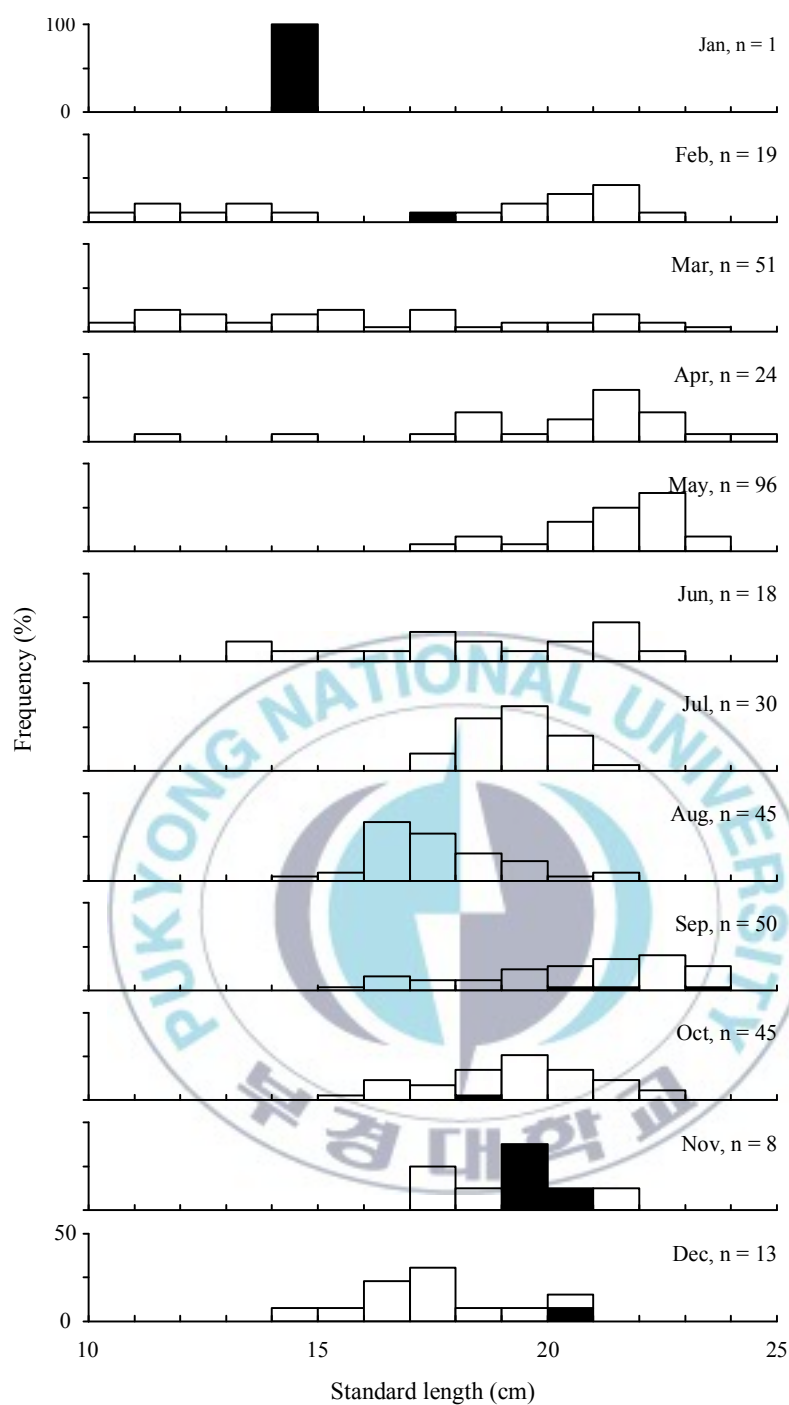


Fig. 16. Monthly variation in standard length-frequency distribution of *Konosirus punctatus* in Gori, 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).

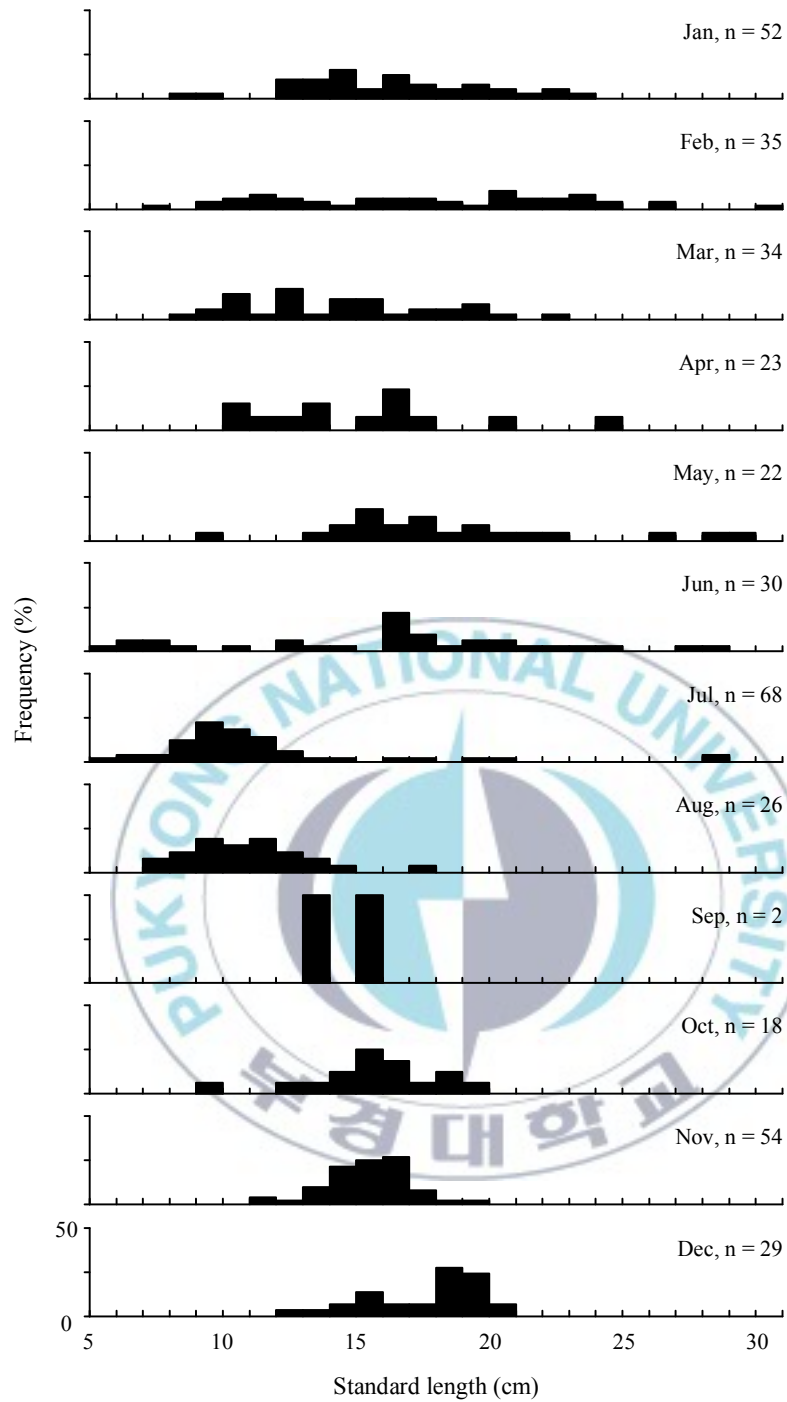


Fig. 17. Monthly variation in standard length-frequency distribution of *Coelorinchus multispinulosus* in Gori, 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).

샛비늘치(*Myctophum nitidulum*)

조사기간 동안 샛비늘치는 저인망에 의해서 332개체가 채집되었으며, 이들의 표준체장(SL)은 4.1~5.3 cm의 범위를 보였다(Fig. 18). 샛비늘치는 5~7월 사이에 4.0~5.5 cm 사이의 비슷한 체장의 개체가 출현하였고 5월에 전체 채집개체수의 91.6%가 채집되었다. 따라서 샛비늘치는 5~7월 사이에 조사해역으로 회유하는 회유종으로 판단되었다.

문치가자미(*Limanda yokohamae*)

조사기간 동안 문치가자미는 저인망에 의해서 231개체, 삼각망에 의해서 53개체, 총 284개체가 채집되었으며, 이들의 표준체장(SL)은 9.5~44.5 cm의 범위를 보였다(Fig. 19). 문치가자미는 연중 일정한 개체들이 전 체장에 걸쳐 출현하였다. 13~27 cm 사이의 개체들이 우점적으로 출현하였고 4월에 체장 9~11 cm의 작은 개체들이 출현하기 시작하였다. 따라서 문치가자미는 조사해역에 연중 출현하는 주거종으로 판단되었다.

돛양태(*Repomucenus lunatus*)

조사기간 동안 돛양태는 저인망에 의해서 282개체가 채집되었으며, 이들의 표준체장(SL)은 7.8~19.0 cm의 범위를 보였다(Fig. 20). 돛양태는 1월과 2월에 11~20 cm 비교적 크기군의 개체가 채집되었으며, 3~5월에는 7~14 cm 사이의 비교적 작은 개체가 많이 채집되었다. 돛양태는 조사기간 동안 대부분 기간에 출현하였지만, 1~5월 사이에 전체 채집개체수의 90.8%가 출현하였다. 조사해역에서 저인망 채집수심(30~60 m)의 수온은 1~5월까지 12.0~14.0℃로 일정하였지만, 6월부터 저층 수온이 낮아지는 것을 알 수 있었다(Fig. 2). 따라서 돛양태는 조사해역에서 연중 출현하였지만, 5월 이후 저층의 낮은 수온으로 출현량이 감소한 것으로 판단된다(Fig. 2).

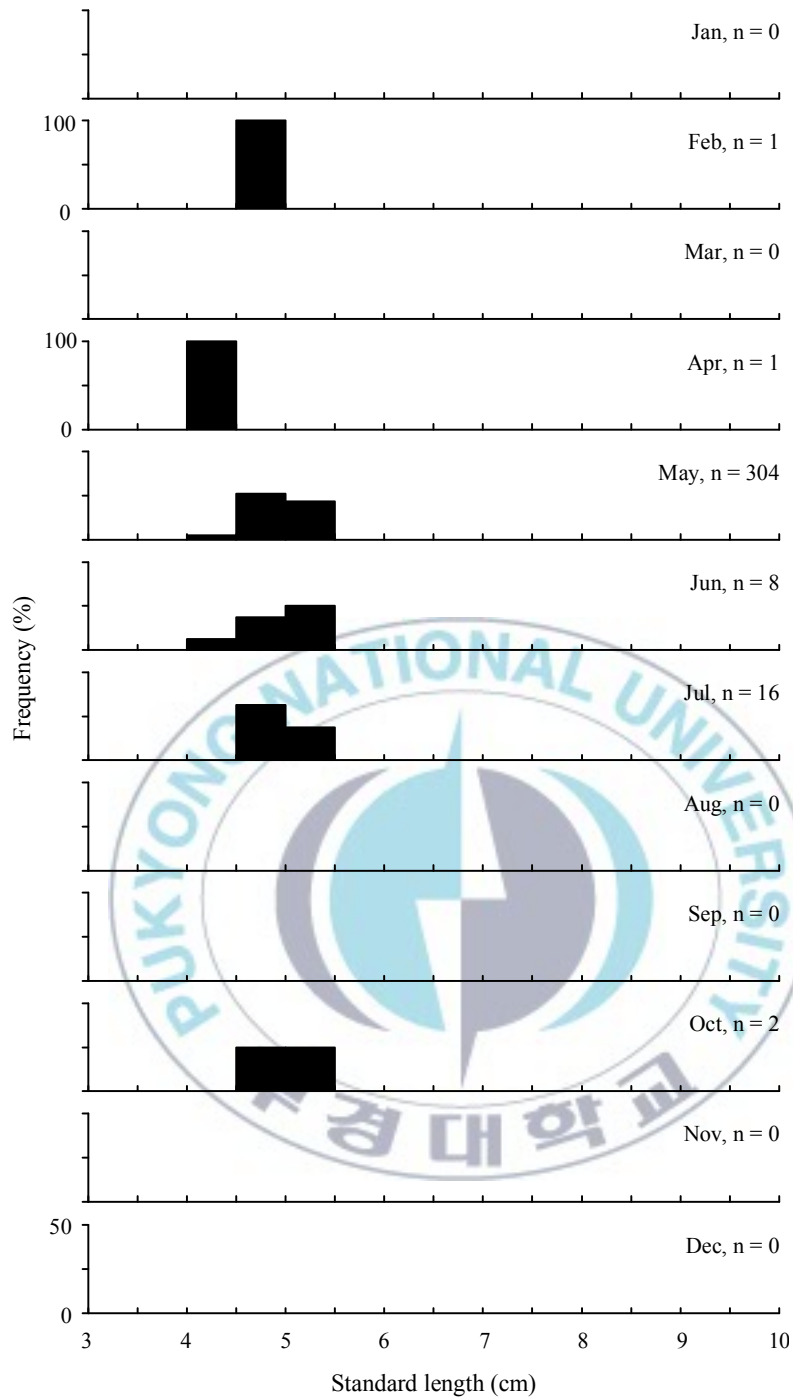


Fig. 18. Monthly variation in standard length-frequency distribution of *Myctophum nitidulum* in Gori, 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).

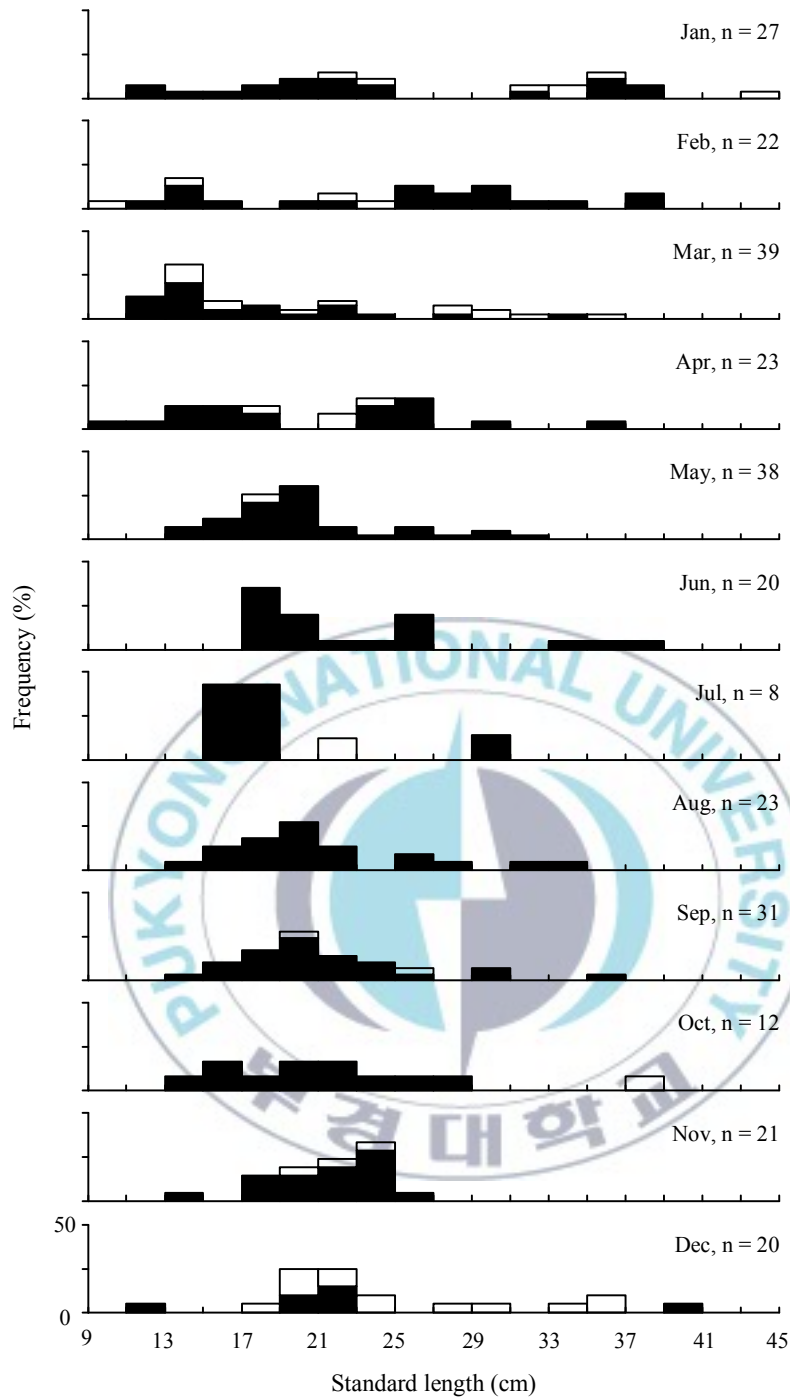


Fig. 19. Monthly variation in standard length-frequency distribution of *Limanda yokohamae* in Gori, 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).

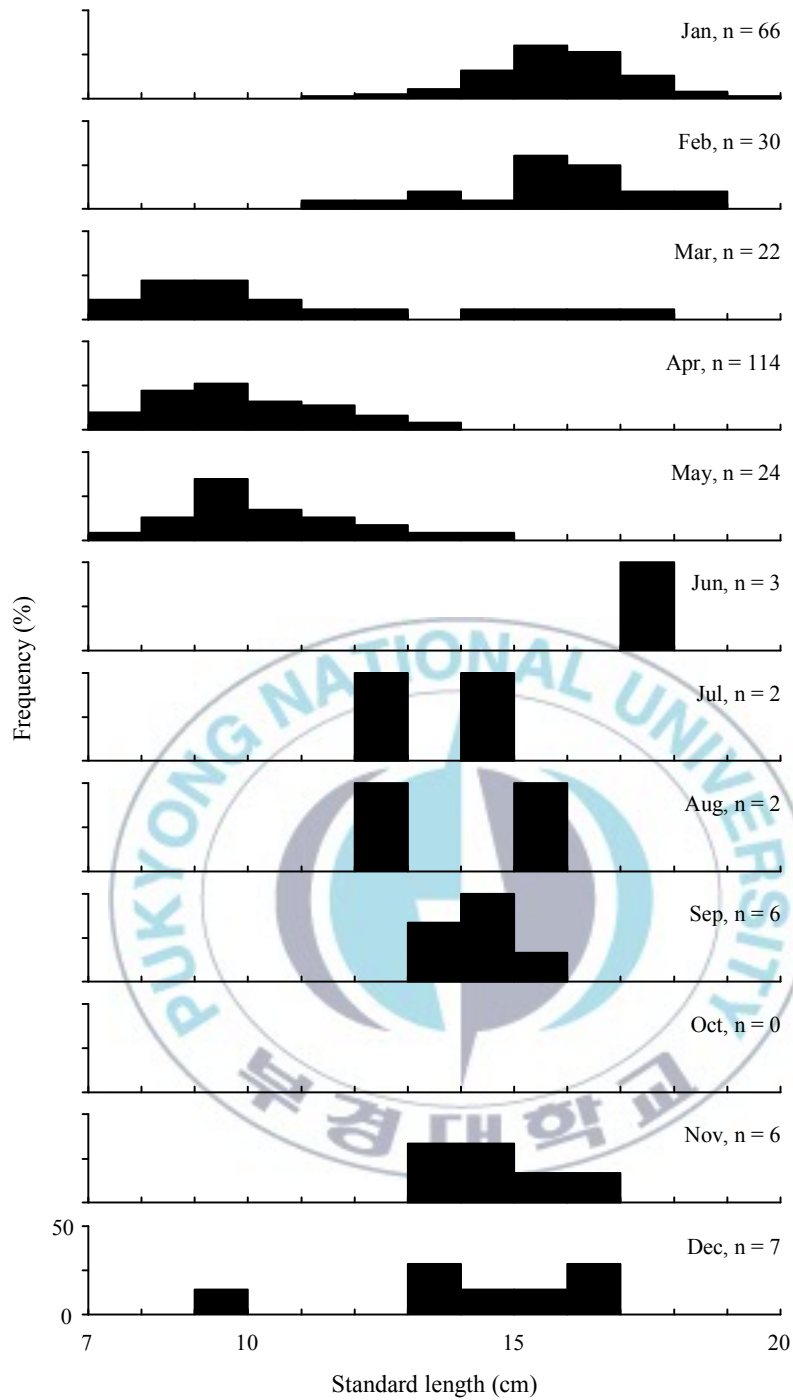


Fig. 20. Monthly variation in standard length-frequency distribution of *Repomucenus lunatus* in Gori, 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).

갈치(*Trichiurus lepturus*)

조사기간 동안 갈치는 저인망에 의해서 241개체가 채집되었으며, 이들의 표준체장(SL)은 7.4~21.1 cm의 범위를 보였다(Fig. 21). 갈치는 연중 출현하였지만 9월~1월 사이에 전체 채집개체수의 91.3%가 채집되었으며, 그 외에는 출현량이 적었다. 따라서 갈치는 이 시기에 조사해역에 서식하다가 다른 지역으로 회유하는 회유종으로 판단할 수 있었다.

성대(*Chelidonichthys kumu*)

조사기간 동안 성대는 저인망에 의해서 59개체, 삼각망에 의해서 160개체, 총 219개체가 채집되었으며, 이들의 표준체장(SL)은 15.5~33.4 cm의 범위를 보였다(Fig. 22). 성대는 조사해역에서 5월과 6월에 전체 채집량의 80% 이상이 출현하였으며, 대부분이 삼각망에서 채집되었고 22.0~33.0 cm의 체장범위를 보였다. 그 외에는 매월 10개체 이하가 채집되었으며 2월과 3월에는 채집된 개체가 없었다. 따라서 성대는 연중 많은 기간에 출현하였지만 5~6월 사이에 일부 개체가 회유하는 회유종으로 판단되었다.

샛돔(*Psenopsis anomala*)

조사기간 동안 샛돔은 저인망에 의해서 173개체, 삼각망에 의해서 40개체, 총 213개체가 채집되었으며, 이들의 표준체장(SL)은 2.8~17.3 cm의 범위를 보였다(Fig. 23). 샛돔은 조사해역에서 1월에서 5월까지의 채집된 개체가 없었으며, 6월에 체장 2.0~4.0 cm 사이의 작은 개체가 채집되었다. 그리고 9월, 10월, 11월에 전체 채집량의 88.7%가 채집되었으며, 8.0~18.0 cm 사이의 개체가 채집되었다. 따라서 샛돔은 가을철에 조사해역으로 회유하는 회유종으로 판단되었다.

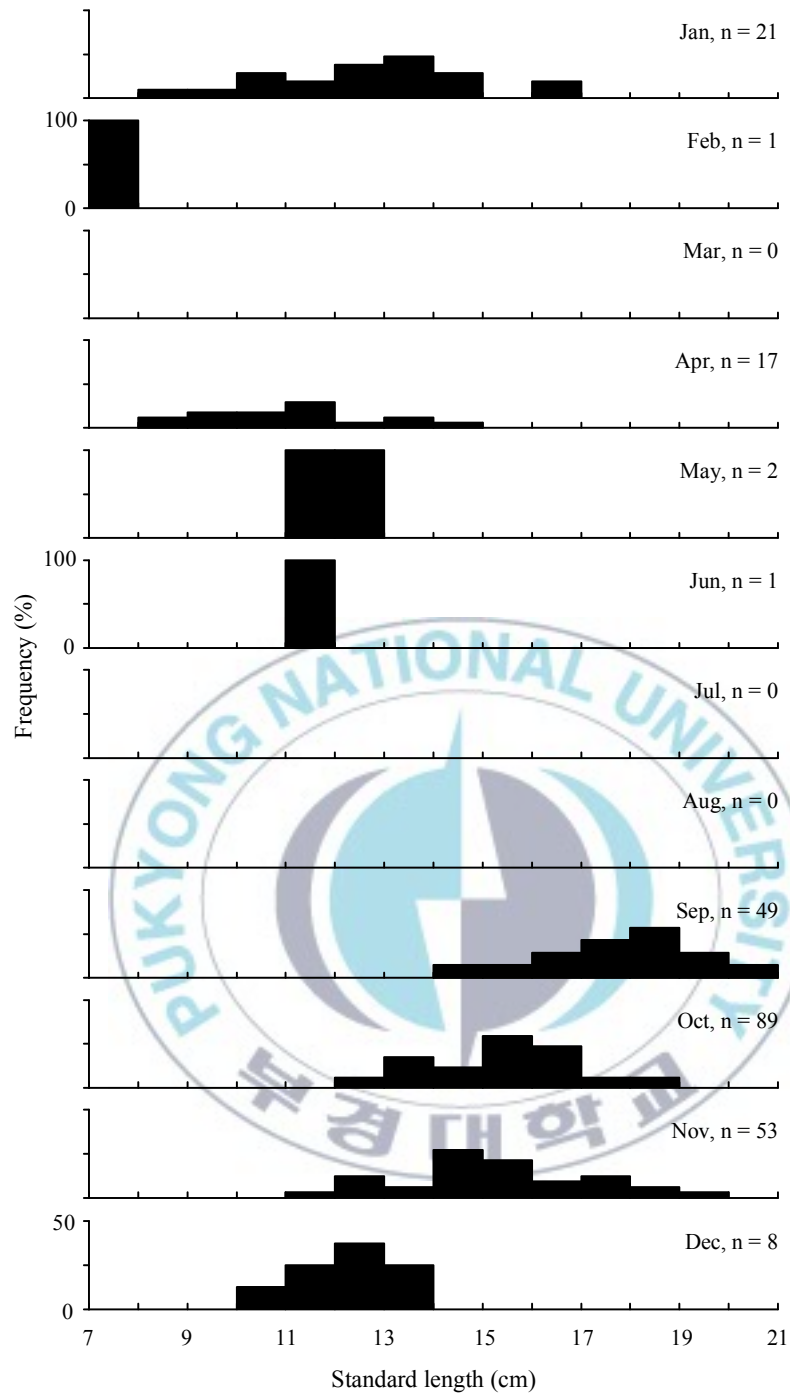


Fig. 21. Monthly variation in standard length-frequency distribution of *Trichiurus lepturus* in Gori, 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).

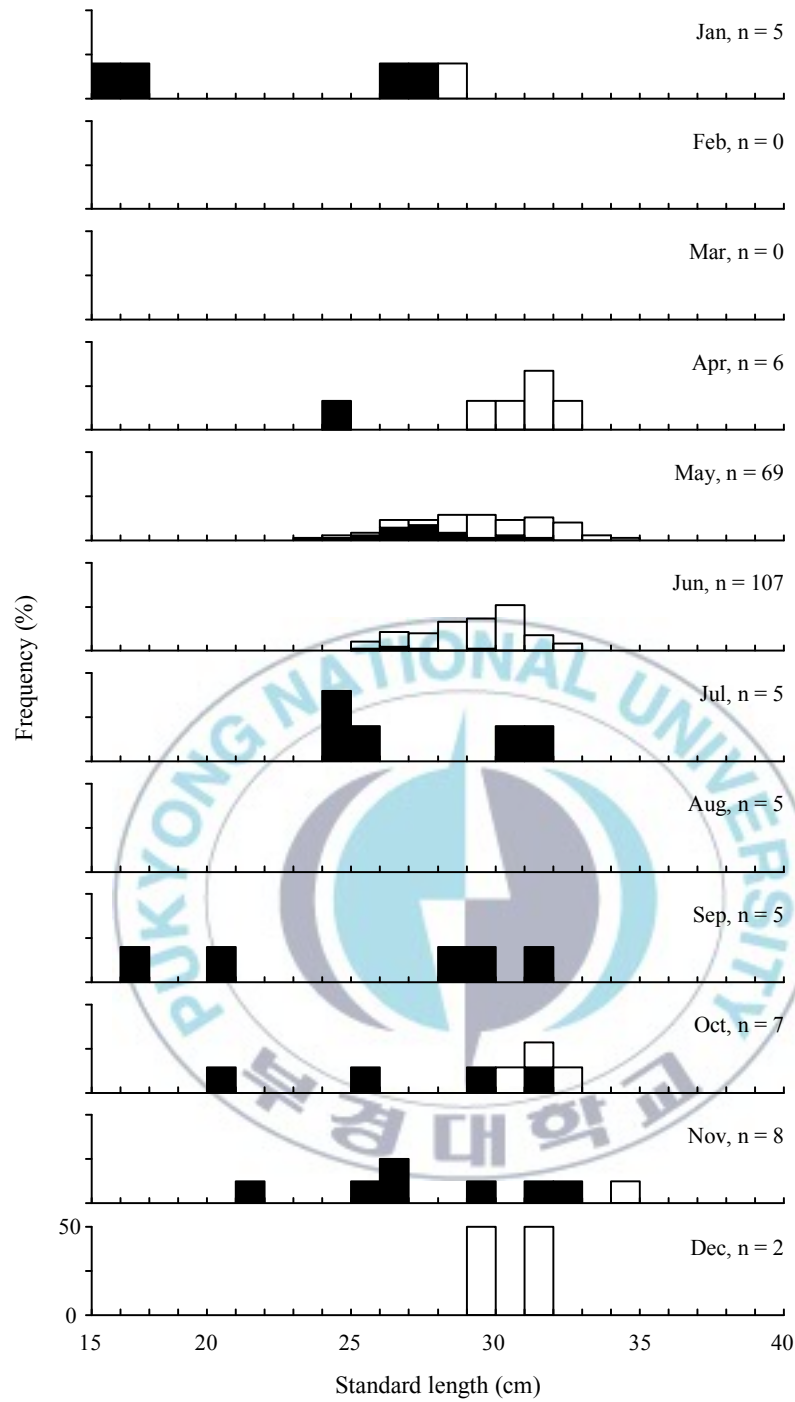


Fig. 22. Monthly variation in standard length-frequency distribution of *Chelidonichthys kumu* in Gori, 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).

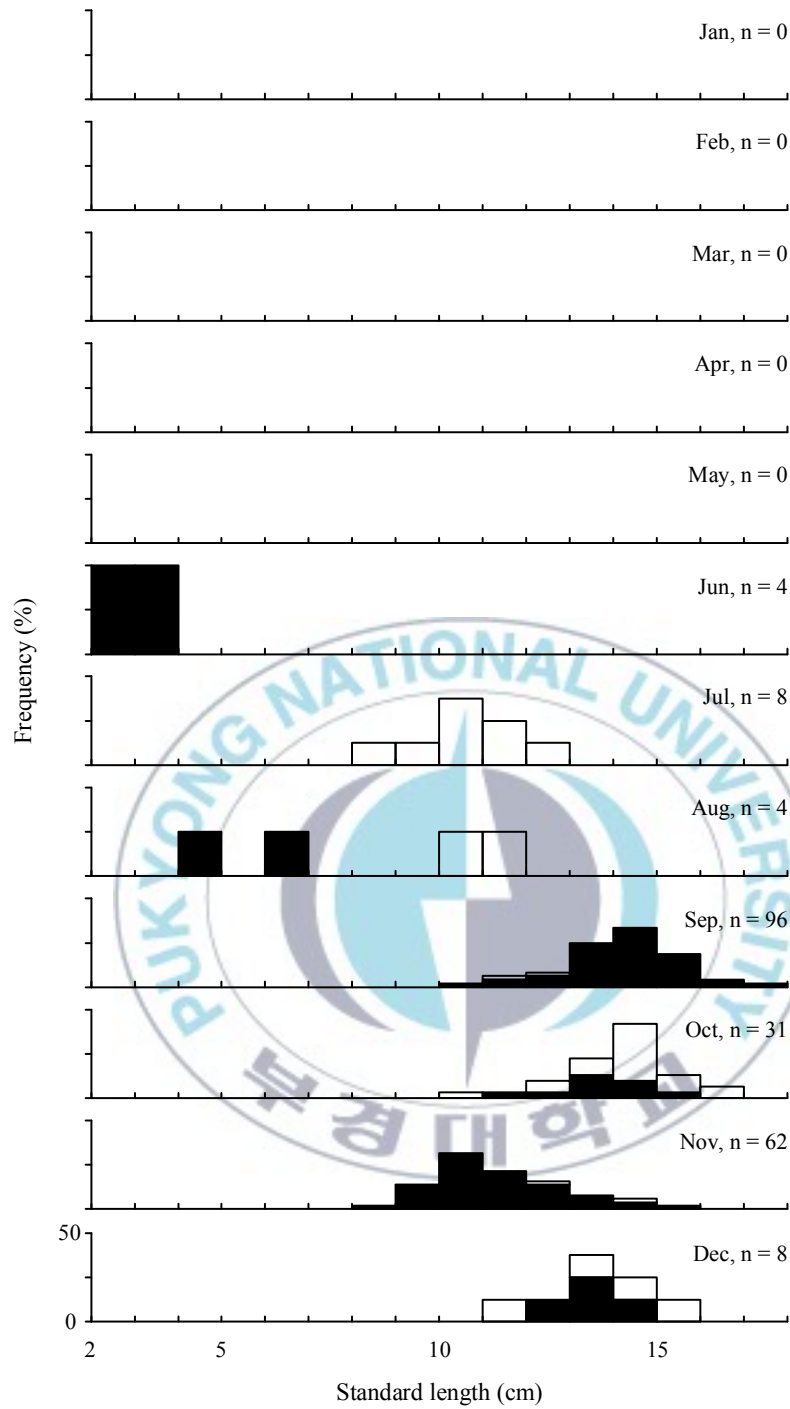


Fig. 23. Monthly variation in standard length-frequency distribution of *Psenopsis anamala* in Gori, 2006 (■ : otter trawl, □ : three side fyke net).

2.4 출현양상에 따른 어종 구분

조사기간 동안 200개체 이상 출현한 19종을 대상으로 출현시기의 중복에 대한 집괴분석을 수행한 결과 3개의 그룹으로 나눌 수 있었다(Fig. 24).

Group I: 연중 출현량이 높은 그룹으로 청어, 멸치, 돛양태, 전갱이, 숭어, 열동가리돔, 반딧불게르치, 점넙치, 줄비늘치, 황아귀, 문치가자미, 꼼치, 전어가 속하였다. 이 그룹은 다시 3개의 소그룹으로 나눌 수 있었다. 첫 번째 소그룹은 연중 꾸준히 출현하였으나 가을철에 출현량이 적었던 그룹으로 청어, 멸치, 돛양태가 속하였다. 여기서 청어와 멸치는 여름철에 특히 출현량이 높았고, 돛양태는 봄철에 출현량이 높았다. 두 번째 소그룹은 연중 꾸준히 출현량이 높았지만 가을에서 봄까지 특히 출현량이 많았던 그룹으로 전갱이, 숭어, 열동가리돔, 반딧불게르치가 속하였다. 세 번째 소그룹은 연중 일정한 개체가 꾸준히 출현한 그룹으로 점넙치, 줄비늘치, 황아귀, 문치가자미, 꼼치, 전어가 속하였다.

Group II: 봄에서 여름까지 출현량이 높은 그룹으로 용가자미, 샛비늘치, 성대가 속하였다. 이 중 샛비늘치는 봄철에 출현량이 더 높았다.

Group III: 가을에서 겨울까지 출현량이 높은 그룹으로 눈볼대, 갈치, 샛돔이 속하였다. 이 중 갈치, 샛돔은 가을철에 출현량이 더 높았으며, 눈볼대는 초겨울에 출현량이 더 높았다.

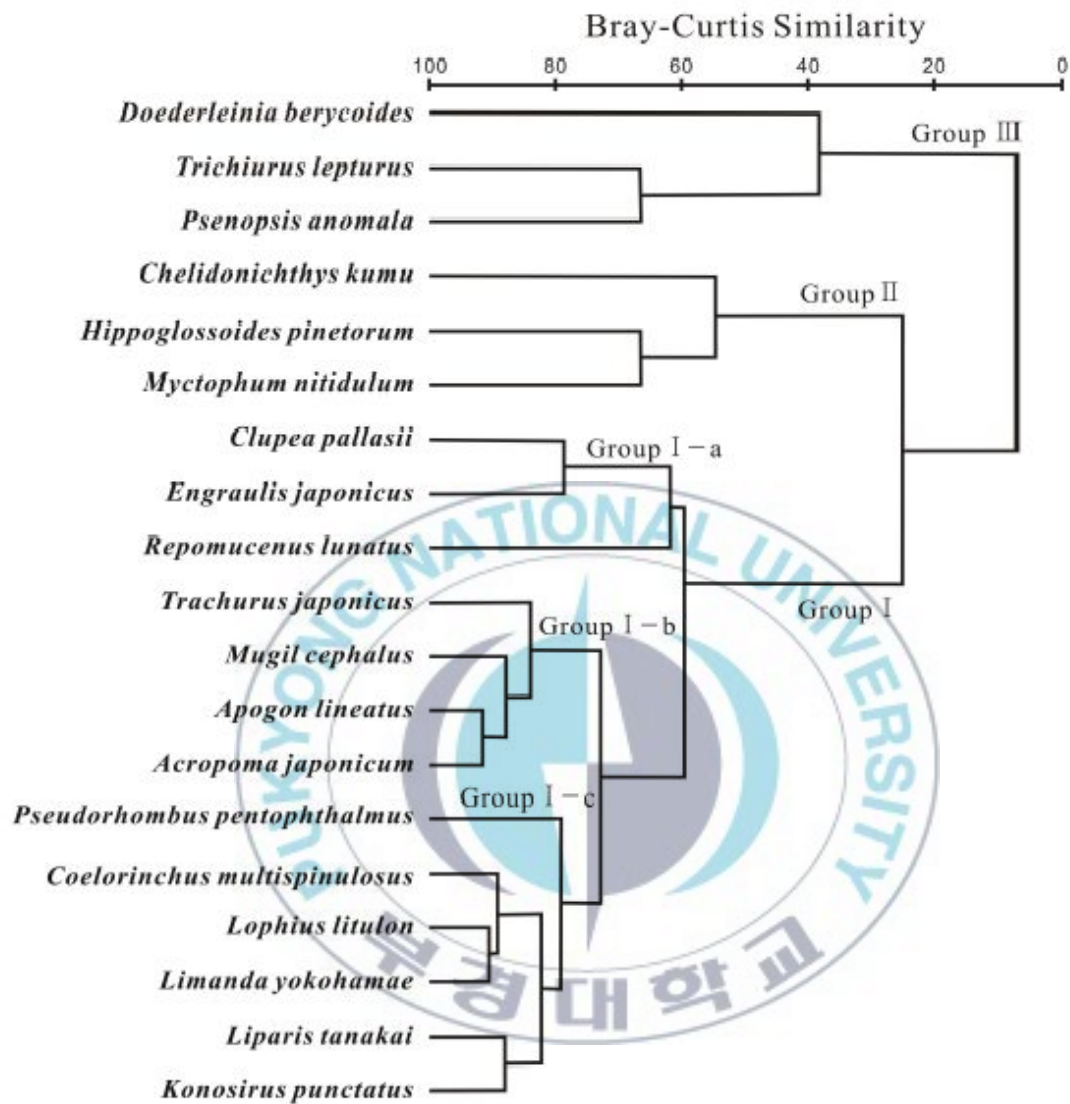


Fig. 24. A dendrogram illussification of fish species collected otter trawl and three side fyke net in the coastal waters off Gori, Korea.

2.5 고찰

지금까지 우리나라 연안의 특정해역에서 어류의 군집연구는 주로 한 가지 어구에 의해 채집된 연구가 대부분이었다. 특히 고리 주변해역에서 어류군집 연구는 주로 저인망에 의한 연구가 대부분이어서 저어류의 우점종이 고리 주변해역에 출현하는 우점어류로 나타났다(Kim, 1998; Jo, 2001; Choo, 2007). An (2002)은 가덕도 주변해역에서 다양한 어구를 이용하여 어류를 채집한 결과 저인망에 의해 채집되지 않은 부어류가 다른 어구에 의해 채집되었으며, 특히 호망(삼각망)에 의해 많은 부어류가 채집되었다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서 저인망과 삼각망을 이용하여 효과적인 어류 군집연구 및 우점 어류의 생식생태에 관한 연구가 이루어질 수 있었다.

본 조사기간 동안 조사해역에 출현하는 어류는 월별 출현 양상에 따라 주거종(resident species)과 회유종(migratory species)으로 구분할 수 있었다(Table 8). 주거종은 조사해역에서 연중 일정 개체수가 꾸준히 출현한 종으로 열동가리돔, 반딧불게르치, 황아귀, 점넙치, 꼼치, 줄비늘치, 문치가자미 등 대부분이 저서성 어류였다. 이 중 열동가리돔, 반딧불게르치, 황아귀, 꼼치, 줄비늘치는 유어에서 성어까지 다양한 크기가 연중 출현하여 조사해역에 서식하면서 성장하는 양상을 나타내었다. 그러나 점넙치, 문치가자미는 조사해역에서 유어는 별로 채집되지 않았고 대부분 비교적 체장이 큰 성어가 연중 출현하였다.

한편 회유종은 조사해역에서 성어나 유어가 연중 서식하지 않고 특정 기간에 출현량이 적거나 출현하지 않은 어종으로 두 가지 형태가 있었다. 첫 번째는 조사해역에서 연중 꾸준히 출현하였지만, 특정 시기에 출현하지 않거나 출현량이 매우 적은 종으로 전갱이, 청어, 송어, 멸치, 전어, 돛양태, 갈치가 있었다. 이 중 전갱이는 성어와 유어의 출현시기가 달랐는데, 성어는 여름철에만 출현하였고, 유어는 그 외의시기에 주로 출현하였다(Fig. 5). 청어 또한 전갱이와 유사하게 성어와 유어의 출현시기가 달랐는데, 성어는 겨울철에 많이 출현하

였고, 작은 체장의 개체는 봄에서 여름까지 많이 출현하였으며, 가을에서 초겨울에는 거의 출현하지 않았다(Fig. 7). 한국 연안에 출현하는 전갱이의 산란기는 봄에서 여름, 청어의 산란기는 겨울에서 봄으로 알려져 있다(Chyung, 1977; NFRDI, 2004). 따라서 전갱이와 청어의 성어는 산란기철에 조사해역에 산란을 위해 회유하였거나 조사해역 근처의 산란장으로 회유하는 도중에 출현한 것으로 판단되며, 작은 체장의 개체는 산란기가 지난 후 조사해역에서 일정기간 서식하다가 다른 곳으로 이동한 것으로 판단된다. 숭어는 조사해역에서 연중 조사해역에서 꾸준히 출현하여 주거종으로 생각되었다. 그러나 숭어는 회유성이 강한 어종으로 산란기에 외해쪽으로 회유하고 봄에 다시 연안으로 회유하며, 어린 개체는 연안의 하구역에 서식하다가 성어가 되면 외양으로 이동하는 특징을 가진 어종으로 알려져 있다(Jacot, 1920; Anderson, 1958; Oren, 1981; NFRDI, 2004). 따라서 조사해역에 출현한 숭어는 대부분 개체가 이동하는 도중에 채집된 것으로 판단된다. 그리고 멸치는 청어와 유사하게 겨울에서 여름까지는 출현하였지만, 가을 이후 거의 출현하지 않았다. 우리나라 연안에 출현하는 멸치의 산란기는 봄과 가을, 수명은 1년 반으로 알려져 있다(NFRDI, 2004). 따라서 조사해역에 출현한 멸치는 가을철 이후 다른 곳으로 이동하였거나, 수명이 다한 개체들이 사망하였기 때문에 출현량이 적었던 것으로 판단된다. 전어는 연안회유성어종으로 알려져 있는데(Takita, 1978), 조사해역에서 연중 비교적 큰 체장의 개체가 일정하게 출현하였고 겨울철에 출현량이 적었다. 따라서 전어는 수온이 높은 시기에 조사해역으로 회유한 것으로 판단된다. 그리고 돛양태, 갈치는 연중 다양한 체장의 개체가 출현하였는데(Fig. 20, 21), 돛양태는 여름과 가을에 거의 출현하지 않았으며, 갈치는 늦봄에서 여름까지 거의 출현하지 않았다.

두 번째는 연중 거의 출현량이 없다가 특정기간에 높은 출현량을 보이는 일시 출현종으로 눈볼대, 용가자미, 샛비늘치, 성대, 샛돔이 있었다. 눈볼대는 늦가을에서 초겨울, 용가자미는 봄에서 여름, 샛비늘치는 봄에 집중적으로 출현

하였다. 그리고 성대와 샛돔은 연중 7개월 이상 출현하였으나 성대는 5월과 6월에 전체 채집개체수의 80.4%, 샛돔은 가을철에 전체 채집개체수의 88.7%가 집중 출현하였다.



Table 7. Monthly variation of collected individuals of dominant species in the coastal waters off Gori in 2006

Type	Species name	Sampling gear*	Number of individuals (2006)											
			Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Resident species	<i>Apogon lineatus</i>	OT	539	746	25	1,045	103	30	43	17	19	14	986	389
		FN					1	29	84	112	65	26	2	
	<i>Acropoma japonicum</i>	OT	157	997	135	757	24	24	30	133	581	67	269	146
		FN				9		5						
	<i>Lophius litulon</i>	OT	19	17	20	33	43	151	59	15	33	19	34	28
		FN	4	6	1	2			2		12		1	7
	<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	OT	35	18	32	56	39			59	70	38	44	13
		FN												
	<i>Liparis tanakai</i>	OT	21	15	12	49	123	42	46	34	7	29	10	18
		FN												
	<i>Coelorinchus multispinulosus</i>	OT	52	35	34	23	22	30	68	26	2	18	54	29
		FN												
Seasonal migratory species	<i>Trachurus japonicus</i>	OT	20	18	23	19	36	20	7	23	29	11	18	7
		FN	7	4	16	4	2		1		2	1	3	13
	<i>Clupea pallasii</i>	OT	117	23	14		1				44	10	131	57
		FN	104	51	406	322	172	15	3	19	12	13	38	4,780
	<i>Mugil cephalus</i>	OT	3	84	5	12	27	2,812	228	761	1	13		1
		FN	26	8	10	31								
	<i>Engraulis japonicus</i>	OT												
		FN	30	146	586	180	162	219	112	98	136	156	322	117
	<i>Engraulis japonicus</i>	OT	59	28	29	76	30	15	10	509	10	1		
		FN		1		12			1					

* OT : otter trawl, FN : three side fyke net

Table 7. (continued)

Type	Species name	Sampling gear*	Number of individuals (2006)											
			Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Seasonal migratory species	<i>Konosirus punctatus</i>	OT	1	1							3	1	4	1
		FN		18	51	24	96	18	30	45	47	44	4	12
	<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	OT					268	246	69	28				
		FN												
	<i>Repomucenus lunatus</i>	OT	66	30	22	114	24	3	2	2	6		6	7
		FN												
	<i>Trichiurus lepturus</i>	OT	21	1		17	2	1			49	89	53	8
		FN												
Temporarily occurring species	<i>Doederleinia berycoides</i>	OT					4						192	636
		FN												
	<i>Myctophum nitidulum</i>	OT		1		1	304	8	16			2		
		FN												
	<i>Chelidonichthys kumu</i>	OT	4			1	22	6	5	5	5	4	7	
		FN	1			5	47	101				3	1	2
	<i>Psenopsis anomala</i>	OT						4		2	94	10	59	4
		FN							8	2	2	21	3	4

* OT : otter trawl, FN : three side fyke net

3 난자치어의 종조성 및 계절변동

3.1 종조성

어란은 조사기간 동안 총 3,923.0 egg/1,000m³가 채집되었다(Table 8). 어란은 멸치란(*Engraulis japonicus* egg)이 1,982.6 egg/1,000m³가 채집되어 전체 개체수의 50.5% 차지하였다. 그리고 미확인 어란(unidentified fish egg)은 1,940.4 egg/1,000m³가 채집되었는데, 난경분포는 0.5-1.65 mm까지 다양하였다.

자치어는 조사기간 동안 7목, 20과에 속하는 28종류, 647.2 larvae/1,000m³가 채집되었다(Table 9). 분류군별(Order) 출현어종수를 살펴보면 농어목(Perciformes) 어류가 7과 9종류로 가장 많이 채집되었으며, 그 다음으로 쏨뱅이목(Scorpaeniformes) 어류가 5과 7종류, 청어목(Clupeiformes) 어류가 2과 3종류 채집되었다. 그 외 가자미목(Pleuronectiformes) 어류가 3과 3종류, 복어목(Tetraodontiformes) 어류와 큰가시고기목(Gasterosteiformes) 어류가 1과 2종류, 달고기목(Zeiformes) 어류가 1과 1종류 채집되었다(Table 9).

개체수에서 가장 많이 채집된 자치어는 멸치였는데 총 427.0 larvae/1,000m³ 채집되어 전체 채집개체수의 66.0%를 차지하였다. 그 다음으로 노래미(*Hexagrammos agrammus*)와 청보리멸(*Sillago japonicus*)이 각각 45.6larvae/1,000m³, 36.5 larvae/1,000m³ 채집되어, 전체 채집개체수의 7.0%와 5.6%를 차지하였다. 그 외 반딧불게르치, 열동가리돔, 볼락류(*Sebastes* spp.), 전어, 문절망둑, 쥐노래미, 망둥어과(Gobiidae), 문치가자미 순으로 많이 채집되었는데, 상기 12어종은 전체 채집개체수의 95.8%를 차지하였다. 그 외 청어과(Clupeidae) 어류, 미역치, 점넙치, 실고기, 꼼치등 총 28종류의 자치어가 채집되었다.

Table 8. Species composition of fish egg and larvae collected by an RN 80net in 2006
(egg and larvae/1,000m³)

Species name	N	N%	Cumulative %
<i>Engraulis japonicus</i> egg	1,982.6	50.9	50.9
Unidentified fish egg	1,911.0	49.1	100.0
Total	3,893.6	100.0	
<i>Engraulis japonicus</i>	427.0	66.0	66.0
<i>Hexagrammos agrammus</i>	45.6	7.0	73.0
<i>Sillago japonicus</i>	36.5	5.6	78.6
<i>Acropoma japonicum</i>	19.2	3.0	81.6
<i>Apogon lineatus</i>	16.8	2.6	84.2
<i>Sebastes</i> spp.	10.1	1.6	85.8
<i>Konosirus punctatus</i>	10.1	1.6	87.3
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	6.3	1.0	88.3
<i>Hexagrammos otakii</i>	6.0	0.9	89.2
Gobiidae	5.7	0.9	90.1
<i>Limanda yokohamae</i>	4.3	0.7	90.8
Clupeidae	3.8	0.6	91.3
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	2.9	0.5	91.8
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	2.8	0.4	92.2
<i>Syngnathus schlegeli</i>	2.5	0.4	92.6
<i>Liparis tanakai</i>	2.3	0.4	93.0
<i>Psenopsis anomala</i>	2.3	0.3	93.3
<i>Cynoglossus joyneri</i>	2.2	0.3	93.7
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	1.7	0.3	93.9
<i>Argyrosomus argentatus</i>	1.4	0.2	94.1
<i>Rudarius ercodes</i>	1.1	0.2	94.3
<i>Parablennius yatabei</i>	1.1	0.2	94.5
Triglidae	0.9	0.1	94.6
<i>Hippocampus coronatus</i>	0.9	0.1	94.7
<i>Platycephalus indicus</i>	0.7	0.1	94.9
<i>Omobranchius elegans</i>	0.5	0.1	94.9
<i>Zeus faber</i>	0.3	0.1	95.0
Unidentified fish larvae	32.5	5.0	100.0
Total	647.2	100.0	

N: Number of individuals

Table 9. Number of orders, classes and species of fish larvae collected by RN 80net in Gori, 2006

Class	Order	Family	Species	%
Pisces	<i>Clupeiformes</i>	2	3	11.1
	<i>Zeiformes</i>	1	1	3.7
	<i>Gasterosteiformes</i>	1	2	7.4
	<i>Scopaeniformes</i>	5	7	25.9
	<i>Perciformes</i>	7	9	33.3
	<i>Pleuronectiformes</i>	3	3	11.1
	<i>Tetraodoniformes</i>	1	2	7.4
Total	6	17	24	100.0



3.2 계절변동

조사기간 동안 자치어 채집 종수의 월변동을 살펴보면(Fig. 25A), 1월에 6종, 2월에 5종이 채집되었다. 그리고 3월, 4월, 11월에 조사기간 중 가장 적은 4종이 채집되었으며, 7월에 조사기간 중 가장 많은 13종이 채집되었다. 8월과 9월에는 각각 9종과 11종이 채집되었다.

어란 채집개체수의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 25B), 1월과 2월에 각각 12.3 egg/1,000m³와 12.8 egg/1,000m³가 채집되어 가장 적은 채집개체수를 나타내었고, 7월에 1,140.2 egg/1,000m³가 채집되어 가장 높은 채집개체수를 나타내었다. 3월, 9월, 11월에 32.9-93.6 egg/1,000m³로 비교적 낮은 채집개체수를 나타내었고, 4월, 5월, 6월, 10월 12월에는 255.8-970.9 egg/1,000m³로 비교적 많이 채집되었다. 자치어 채집개체수의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 25C), 1월-4월, 6월, 10월, 11월에는 4.8-18.3 larvae/1,000m³가 채집되어 비교적 낮은 채집개체수를 나타내었고, 5월에 196.7 larvae/1,000m³가 채집되어 가장 높은 채집개체수를 나타내었다. 그리고 7월, 8월, 9월, 12월에는 48.5~150.1 larvae/1,000m³로 비교적 많이 채집되었다.

자치어의 월별 종다양도지수는 0.14-1.73의 범위를 보였으며(Fig. 25D), 5월에 가장 낮았고 6월에 가장 높은 값을 나타내었다. 5월에 낮은 값을 나타낸 것은 멸치가 전체 채집개체수의 97.8%로 우점하였기 때문이다.

3.3 주요 난자치어의 출현양상

Fig. 26은 주요 난자치어의 월별 출현양상을 보여준다.

멸치(*Engraulis japonicus*)

멸치는 조사기간 동안 총 1,982.6 egg/1,000³의 난과 427.0 larvae/1,000³의 자치어가 출현하였다. 멸치 난은 3, 4, 6, 7, 8월에 출현하였으며 4월에 957.8 egg/1,000³으로 가장 많이 출현하였고, 3월에 0.6 egg/1,000³으로 가장 적게 출현하였다. 멸치 자치어는 4-10월에 출현하였으며, 5월에 192.4 larvae/1,000³으로 가장 많이 출현하였고, 4월에 0.9 larvae/1,000³으로 가장 적게 출현하였다. 본 연구에서 멸치 난자치어는 봄에서 가을까지 출현하였으며, 봄과 여름에 출현량이 많았다.

노래미(*Hexagrammos agrammus*)

노래미는 조사기간 동안 총 45.6 larvae/1,000³의 자치어가 출현하였다. 노래미 자치어는 가을에서 겨울철에 출현하였으며, 12월에 35.3 larvae/1,000³으로 가장 많이 출현하였고, 2월에 1.5 larvae/1,000³로 가장 적게 출현하였다.

청보리멸(*Sillago japonicus*)

청보리멸은 조사기간 동안 총 36.5 larvae/1,000³의 자치어가 출현하였다. 청보리멸 자치어는 여름철에서 초가을에 출현하였으며, 7월, 8월, 9월에 각각 14.6 larvae/1,000³, 11.0 larvae/1,000³, 10.9 larvae/1,000³의 자치어가 출현하였다.

반딧불게르치(*Acropoma japonicum*)

반딧불게르치는 조사기간 동안 총 19.2 larvae/1,000³의 자치어가 출현하였

다. 반딧불게르치 자치어는 여름과 가을에만 출현하였으며, 9월에 8.2 larvae/1,000³로 가장 많이 출현하였고, 7월에 2.7 larvae/1,000³로 가장 적게 출현하였다, 그리고 8월, 10월에 각각 5.1과 3.1 larvae/1,000³의 자치어가 출현하였다.

열동가리돔(*Apogon lineatus*)

열동가리돔은 조사기간 동안 총 16.8 larvae/1,000³의 자치어가 출현하였다. 열동가리돔 자치어는 여름과 가을에 출현하였으며, 9월에 10.0 larvae/1,000³으로 가장 많이 출현하였고, 10월에 0.4 larvae/1,000³로 가장 적게 출현하였다.

블락류(*Sebastes* spp.)

블락류는 조사기간 동안 총 10.1 larvae/1,000³의 자치어가 출현하였다. 블락류 자치어는 여름과 겨울에 출현하였으며, 각각 다른 종이 출현하였을 것으로 판단된다. 12월에 5.8 larvae/1,000³의 자치어가 출현하였고, 7월에 0.7 larvae/1,000³가 출현하였다.

기타어종

그 밖에 많이 출현한 자치어의 출현양상을 살펴보면, 전어는 봄에서 초여름에 많이 출현하였고, 쥐노래미 자치어는 봄과 초여름인 3월, 4월, 6월에 출현하였다. 문절망둑 자치어는 늦겨울과 초봄인 1월에서 3월에 출현하였고, 문치가자미와 꼼치 자치어는 겨울철인 1월과 2월에 출현하였다. 그리고 미역치와 샛돔 자치어는 여름철에 출현하였다.

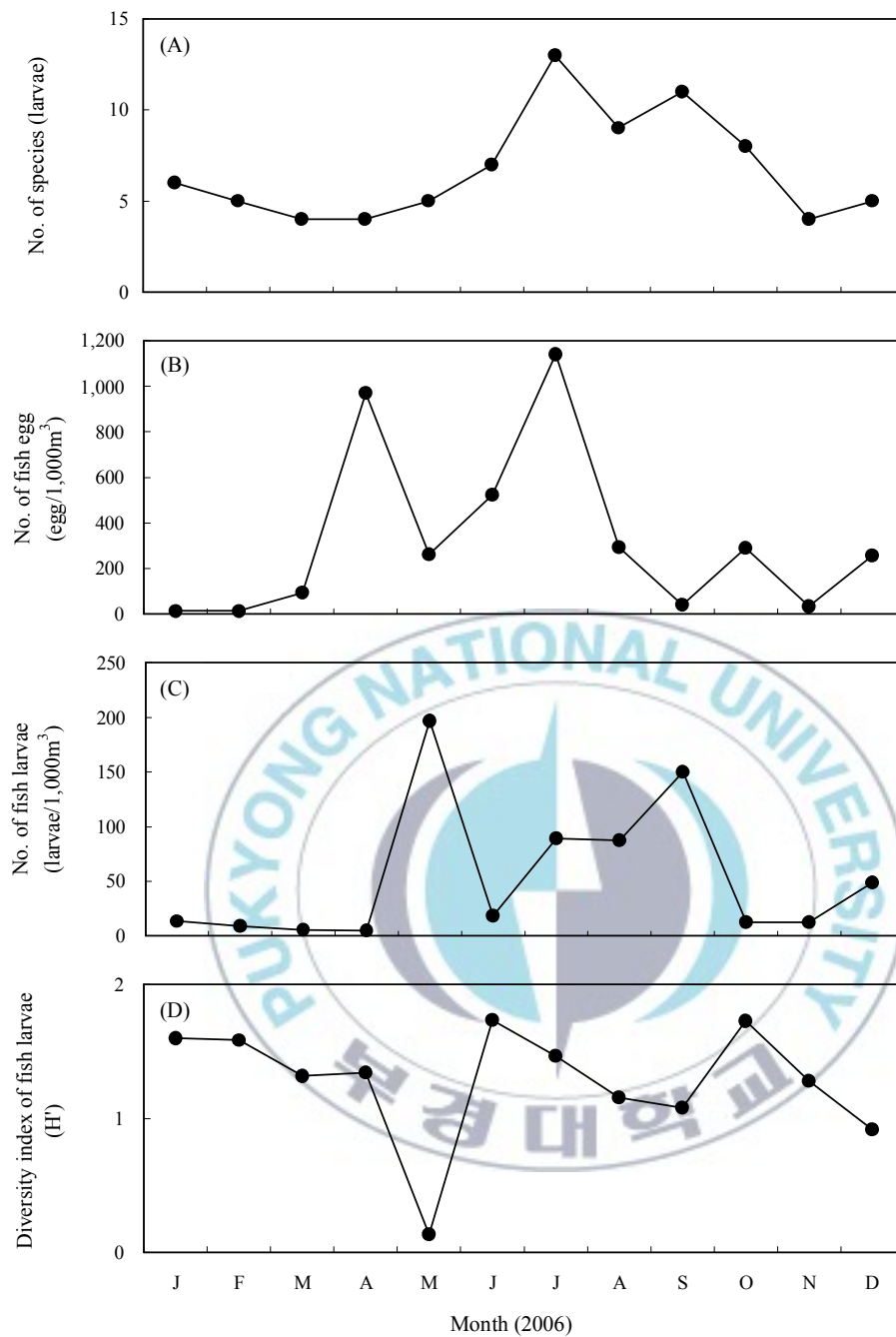


Fig. 25. Monthly variations in number of species (A), number of fish egg (B), number of fish larvae (C) and diversity index (D) of fishes collected by RN 80net in Gori, 2006.

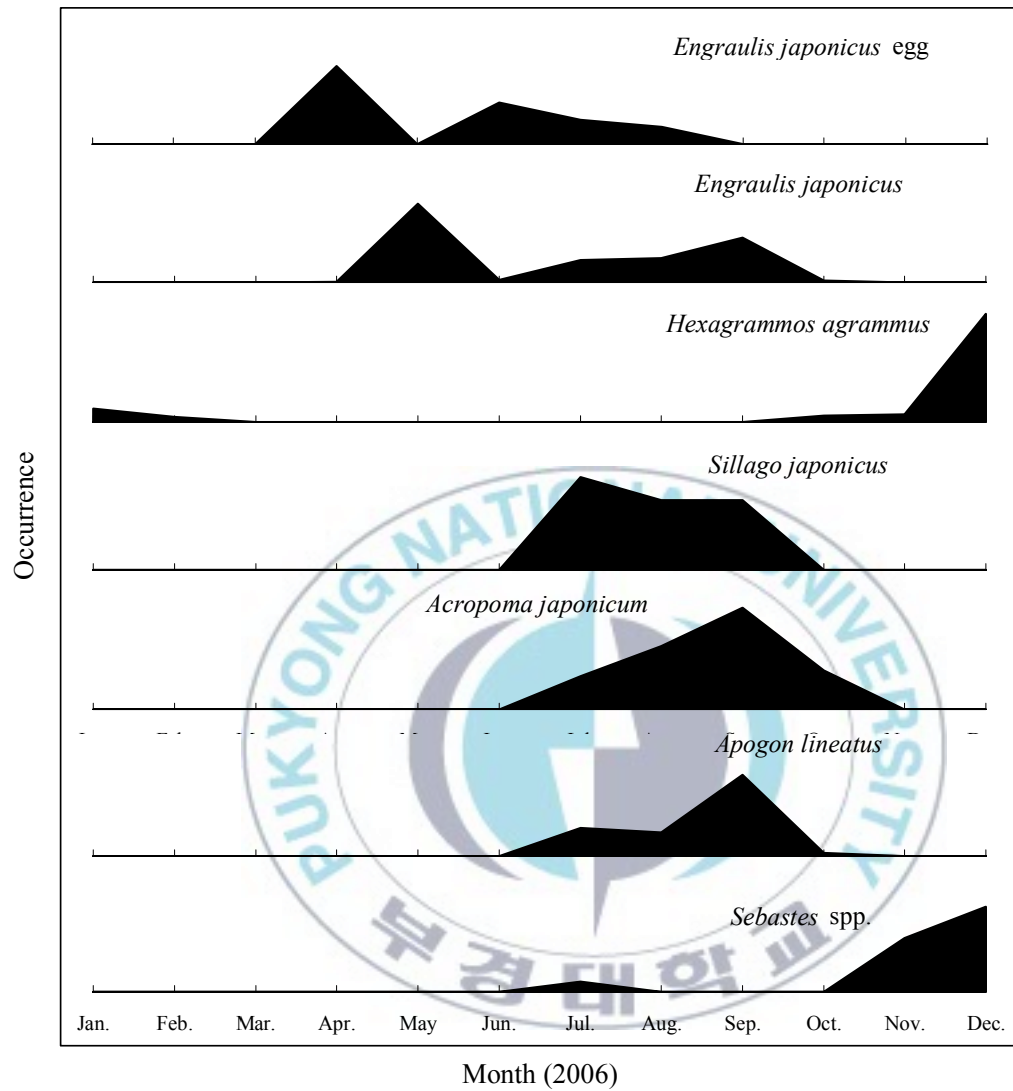


Fig. 26. Monthly variations in abundance of fish eggs and larvae collected in coastal waters off Gori, Korea.

3.4 고찰

일반적으로 어류의 난자치어의 출현양상은 어류의 산란시기 및 산란장 위치에 의해 결정된다. 지금까지 국내에서 연구된 난자치어의 분포 및 종조성에 관한 연구에서도 난자치어의 출현시기는 각 어종의 산란시기와 일치함을 알 수 있었으며, 조사지역에서 난자치어의 출현은 그 지역이 어류의 산란장임을 유추해 볼 수 있었다(Cha et al., 1991; Kim et al., 1994; Han et al., 2001, 2002, 2003; Chun et al., 2004; Kim et al., 2004; Park et al., 2005; Lee et al., 2006; Han and Kim, 2007). 따라서 본 조사에서 출현한 난자치어의 월별 출현양상 및 출현여부를 바탕으로 본 조사해역에 출현하는 어류의 산란기 및 조사해역을 산란장으로 이용하는 어류의 종류를 간접적으로 유추해 볼 수 있다. 그러나 일부 종(특히 회유종)에 대해서는 자치어의 출현 여부가 그 종이 조사해역을 산란장으로 이용하는지에 대하여 정확히 파악하기 힘들었다. 본 연구에서 조사해역에 출현하는 주요 어류 난자치어의 월별 출현양상을 살펴보면 멸치는 봄에서 가을까지 산란하는 어종으로(NFRDI, 2004), 본 연구에서 멸치 자치어도 겨울을 제외한 산란시기인 봄에서 가을까지 꾸준히 출현하였다. 청보리멸과 미역치의 산란기는 각각 봄에서 여름과 여름으로 알려져 있어(NFRDI, 2004), 자치어는 산란기인 여름철에 출현하였다. 그리고 열동가리돔과 반딧불게르치 자치어는 여름과 가을에 출현하여 이 시기에 산란하는 어종임을 알 수 있었다. 노래미는 가을에서 겨울까지 산란하는 어종으로(Chung and Kim, 1994) 본 조사에서도 가을과 겨울에 출현하였고, 쥐노래미는 봄과 초여름에 자치어가 출현하였다. 문절망둑과 문치가자미는 겨울철에 산란하는 어종으로(Park and Makoto, 1990; NFRDI, 2004) 자치어가 겨울철에 출현하였다. 따라서 본 조사해역에 출현한 자치어는 각 어종의 산란시기에 따라 출현하는 시기가 차이가 나타남을 알 수 있었다. 본 조사에서 자치어가 출현한 어종 중에서 주거종(대부분 저어류)은 조사해역에서 산란하는 어종으로 판단할 수 있

었고, 회유종(대부분 부어류)의 경우 조사해역에서 산란하는 어종인지 판단하기 힘들었다.

우리나라 동해안에서 조사된 난자치어의 종조성 연구를 살펴보면(Tabla 10), 난자치어 출현 종수와 자치어 현존량은 영일만이 가장 많았으며, 어란의 현존량은 1991-1992년에 조사된 고리 주변해역에서 가장 많았다. 전반적으로 영일만 지역의 조사가 본 연구에 비하여 난자치어 현존량이 높은 것으로 나타났는데, 이는 영일만 지역은 본 연구지역에 비하여 지리적으로 3면이 막혀 있어 해수의 유동이 적고, 주변의 형산강으로부터 담수 유입으로 영양염이 풍부하여 생물 생산성이 높기 때문에 어란 및 자치어의 현존량이 높았던 것으로 판단된다.

우리나라 동해안에 출현하는 난자치어의 분포 및 종조성에 관한 대부분 연구에서 멸치난 및 자치어가 가장 우점하는 종류였다(Table 10). 멸치는 우리나라 전 연안에 출현하는 전형적인 부어류로(NFRDI, 2004), 자원량이 풍부하여 어획량이 가장 많은 어종이다(KNSO, 1963-2007). 또한 멸치는 주로 남해와 동해 남부 연안에서 산란을 하며, 봄에서 초가을까지 긴 시간동안 지속적으로 산란하는 어종으로 알려져 있다(Lim and Ok, 1977; Chang et al., 1980; Kim and Lo, 2001; NFRDI, 2004). 이와 같이 풍부한 자원량과 긴 산란기 때문에 우리나라 주변해역의 난자치어 연구에서 가장 우점하는 분류군으로 나타날 수 있었다.

Table 10. Species composition of fish egg and larvae in the Eastern Sea of Korea

Source	Cha et al. (1991)		Kim et al (1994)		Han et al. (2003)		Han and Kim (2007)		Present study	
Study period	1989-1990		1991-1992		2001		2002		2006	
Study area	Wolsong		Gori		Yeongil Bay		Uljin		Gori	
Study interval	Season		Season		Season		Season		Monthly	
Number of station	10		10		8		5		10	
Number of species (egg)	5		4		9		7		2	
Number of species (larvae)	21		15		37		25		28	
Number of individual (egg/1,000 ³)	1,459.2		22,963.9		2,295.3		1,194.7		3,923.0	
Number of individual (larvae/1,000 ³)	339.9		702.8		2,258.1		1,565.4		647.2	
Dominant species (egg)	Species	N%	Species	N%	Species	N%	Species	N%	Species	N%
	<i>Engraulis japonicus</i>	89.6	<i>Engraulis japonicus</i>	79.5	<i>Engraulis japonicus</i>	63.4	<i>Engraulis japonicus</i>	38.3	<i>Engraulis japonicus</i>	50.5
	<i>Maurolicus muelleri</i>	1.9	<i>Maurolicus muelleri</i>	1.9	<i>Ammodytes personatus</i>	23.7	<i>Sillago sihama</i>	25.8		
Dominant species (larvae)	<i>Engraulis japonicus</i>	61.2	<i>Engraulis japonicus</i>	52.4	<i>Ammodytes personatus</i>	22.7	<i>Engraulis japonicus</i>	90.5	<i>Engraulis japonicus</i>	66.0
	<i>Callionymidae</i> sp.	11.9	<i>Callionymus</i> spp.	29.4	<i>Engraulis japonicus</i>	16.7	<i>Sebastes schlegeli</i>	2.0	<i>Hexagrammos agrammus</i>	7.0
	<i>Maurolicus muelleri</i>	6.9	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	6.5	<i>Repomucenus</i> sp.	14.1	<i>Ammodytes personatus</i>	1.5	<i>Sillago japonicus</i>	5.6
	<i>Gobiidae</i> spp.	5.1	<i>Sebastes schlegeli</i>	3.2	<i>Haxagrammos agrammus</i>	5.7	<i>Luciogobius guttatus</i>	0.6	<i>Acropoma japonicum</i>	3.0
	<i>Ammodytes personatus</i>	3.9	<i>Girella punctata</i>	1.7	<i>Haxagrammos otakii</i>	5.5	<i>Sebases pachycephalus</i>	0.5	<i>Apogon lineatus</i>	2.6

4. 우점 어류의 생식생태

4.1 열동가리돔(*Apogon lineatus*)

생식소중량지수(GSI), 간중량지수(HSI), 비만도지수(CF)의 월변동

열동가리돔 암컷 GSI의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 27), 6월에 평균 1.16이었던 것이 이후 증가하기 시작하여 9월에 평균 7.04로 연중 가장 높은 값을 보였다. 9월 이후 그 값이 감소하기 시작하여 12월에 평균 0.44로 연중 가장 낮은 값을 나타내었다. 열동가리돔 수컷 GSI는 연중 큰 변동없이 0.35~0.74의 범위를 나타내었다. 이와 같은 GSI의 월변동 양상을 살펴본 결과 열동가리돔의 산란기는 8월에서 10월이고 산란성기는 9월에서 10월임을 알 수 있었다.

열동가리돔 암컷 HSI와 CF의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 28), HSI는 5월에 평균 5.39로 연중 가장 높은 값을 보였으며, 이후 그 값이 점점 감소하여 10월에 평균 2.33의 값을 나타내었다. 그리고 11월에 평균 3.67로 증가하였다. CF는 6월에 평균 3.17로 연중 가장 높은 값을 나타내었고 7월과 8월에 각각 3.11과 3.02로 비교적 높은 값을 나타내었다. 이후 점점 감소하여 11월에 평균 2.71을 나타내었다. 이와 같은 열동가리돔의 HSI는 산란기에 낮은 값을 나타내었고 CF는 산란기초기에 높은 값의 양상을 보였다.

성비 및 군성속도

월별 열동가리돔 암컷과 수컷의 성비를 조사해 본 결과(Table 11) 1:0.91로 암·수간 유의한 차이를 보이지 않았다(χ^2 -test, $p>0.05$). 월별 성비를 살펴보면, 1월에서 7월, 10월에는 암컷의 비율이 더 많았으나, 7월에서 9월과 11월, 12월에는 수컷의 비율이 더 많았다.

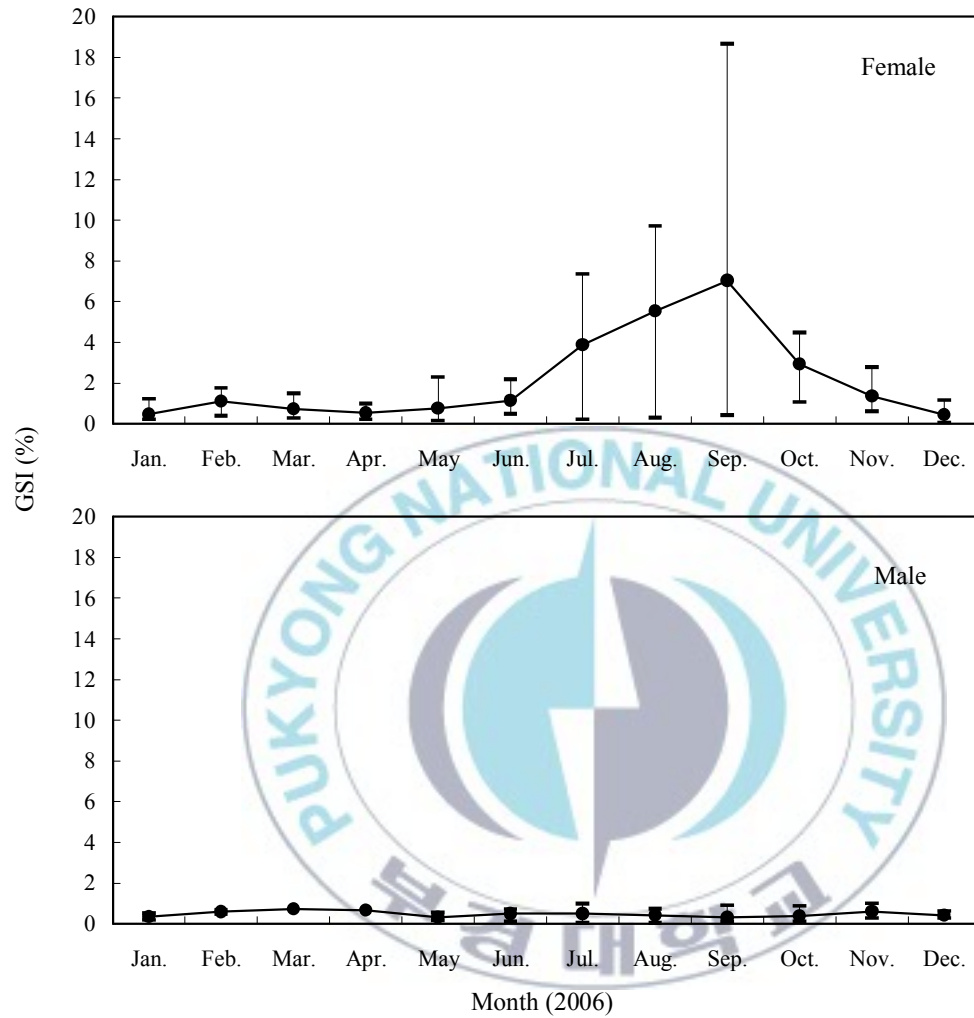


Fig. 27. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of *Apogon lineatus* (vertical bar range from minimum to maximum value)

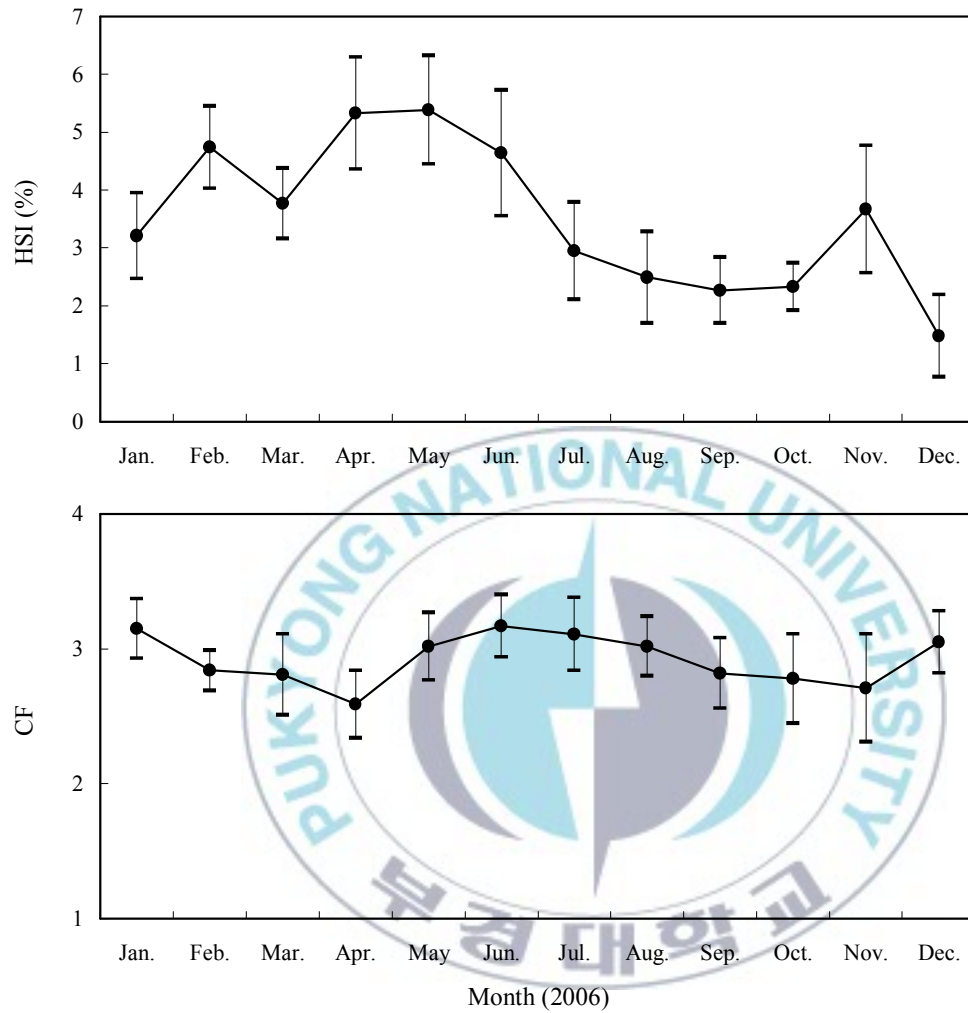


Fig. 28. Monthly change in hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female *Apogon lineatus* (vertical bar represent standard deviation).

Table 11. Monthly variation in sex ratio of *Apogon lineatus*

Month (2006)	Female (ind.)	Male (ind.)	Total (ind.)	Sex ratio (M/F)
Jan.	301	238	539	0.79
Feb.	426	320	746	0.75
Mar.	15	10	25	0.67
Apr.	612	433	1045	0.71
May	54	49	103	0.91
Jun.	23	17	40	0.74
Jul.	19	24	43	1.26
Aug.	7	10	17	1.43
Sep.	9	10	19	1.11
Oct.	4	3	7	0.75
Nov.	421	565	986	1.34
Dec.	182	207	389	1.14
Total	2073	1886	3959	0.91



열동가리돔 암컷은 체장 5.1 cm에서 성숙한 개체가 출현하기 시작하였으며, 7.0 cm이상에서는 모든 개체가 성숙한 것으로 나타났다. 50% 군성숙체장은 logistic equation을 통하여 추정된 결과 5.43 cm로 나타났다(Fig. 29).

$$P = \frac{1}{1 + e^{-1.98(SL - 5.43)}}$$

난경 및 포란수

열동가리돔 암컷의 산란기 동안 월별 난경조성을 살펴본 결과(Fig. 30), 6월에는 0.0~0.15 mm와 0.15~0.35 mm의 2개의 난경모드를 관찰할 수 있었다. 7월에는 0.0~0.25 mm와 0.30~0.50 mm의 2개의 난경모드가 관찰되었으며, 6월보다 난경의 크기가 커지는 양상을 보였다. 완숙단계의 난은 8월과 9월에 관찰되었고 8월에는 0.0~0.15 mm, 0.15~0.35mm, 0.50~0.60 mm의 3개의 난경모드, 9월에는 0.0~0.15 mm, 0.15~0.35 mm, 0.50~0.65 mm의 3개의 난경모드가 관찰 되었다. 그리고 9월에 0.65 mm의 최대 난경을 나타내었다.

열동가리돔의 난경 발단 단계에 따라 3개의 난경 그룹(OG I, 0.0~0.15 mm; OG II, 0.15~0.35 mm; OGIII, 0.35~0.65 mm)으로 나눠 살펴본 결과 (Table 12), OGIII는 7월, 8월, 9월에 관찰되었다. 전체 포란수에 대한 OGIII의 수(Sum/OGIII)를 살펴보면, 4.1~15.3의 범위를 보여 열동가리돔은 산란기 동안 2회 이상 산란함을 알 수 있었다.

산란기동안 열동가리돔의 개체당 포란수는 8,555~20,084개의 범위를 보였으며, 평균 포란수는 15,038개 였다. 열동가리돔 체중 1g 당 상대포란수는 882~1,836개의 범위, 평균 1,378개를 나타내었다.

체장별 포란수를 살펴보면, 체장 6 cm미만에서는 평균 10,149개, 체장 6~7 cm 크기군에서는 14,950개, 체장 7~8 cm 크기군에서는 17,190개, 체장 8 cm 이상에서는 19,621개의 난을 포란하여 체장이 증가함에 따라 포란수가 증가하는 경향을 보였다. 산란기간 동안 열동가리돔의 표준체장(SL)과 포란수(F)의

관계식은 $F = 334.851SL^{1.9876}$ ($R^2 = 0.53$)으로 나타났다(Fig. 31A).

체중별 포란수를 살펴보면 체중 10.0g이하에서는 평균 12,742개, 10.0~12.0g에서는 15,951개, 12.0~16.0g에서는 16,734개, 16.0g이상에서는 17,550개의 난을 포란하여 체중이 증가함에 따라 포란수 또한 증가하는 경향을 보였다. 산란기 동안 열동가리돔의 체중(BW)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 7,167.6\ln BW - 2,198.1$ ($R^2 = 0.33$)으로 나타났다(Fig. 31B).

4.2 반딧불게르치(*Acropoma japonicum*)

생식소중량지수(GSI), 간중량지수(HSI), 비만도지수(CF)의 월변동

반딧불게르치 암컷 GSI의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 32), 7월에 평균 0.73이었던 것이 8월에 급격히 증가하여 평균 3.09의 값을 나타내었으며, 9월에 평균 5.90으로 연중 가장 높은 값을 보였다. 이후 그 값이 감소하기 시작하여 11월에 평균 1.05의 값을 나타내었고 1월에 평균 0.41로 연중 가장 낮은 값을 나타내었다. 반딧불게르치 수컷 GSI는 8월에 평균 1.04로 연중 가장 높은 값을 나타내었고 그 외에는 연중 큰 변동 없이 0.25~0.82의 범위를 나타내었다. 이와 같은 GSI의 월변동 양상을 살펴본 결과 반딧불게르치의 산란기는 8월에서 11월이고 산란성기는 9월에서 10월임을 알 수 있었다.

반딧불게르치 암컷 HSI와 CF의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 33), HSI는 1월에 평균 1.84로 연중 가장 높은 값을 보였으며, 이후 비슷한 값을 유지하다가 7월에 평균 1.15로 연중 가장 낮은 값을 나타내었다. 그리고 11월에 평균 1.24의 값을 나타내던 것이 12월에 증가하여 평균 1.66의 값을 나타내었다. CF는 7월에 평균 3.02로 연중 가장 높은 값을 나타내었고 8월에 2.64로 감소하였고 이후 증가하여 12월에 평균 2.95의 값을 나타내었다. 이와 같은 반딧불게르치의 HSI는 하계와 추계에 낮은 값을 나타내었고 동계와 춘계에 높은 값의 양상을 보였다. CF는 산란기 전과 후에 높은 값을 나타내었다.

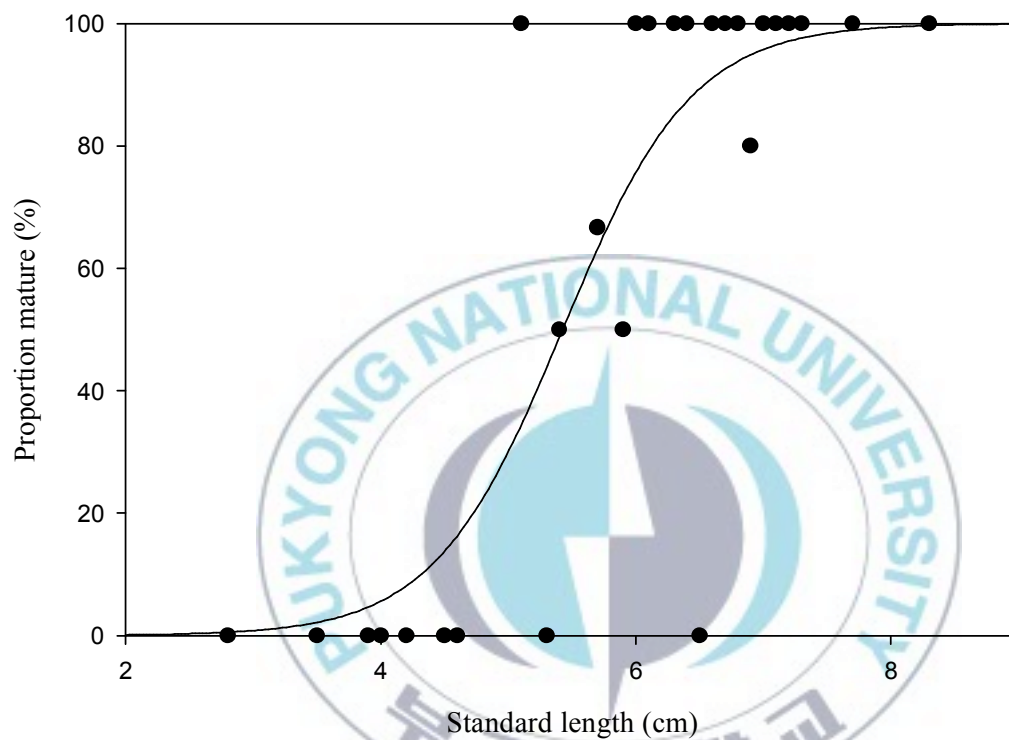


Fig. 29. Relationship between standard length and maturation rate of female *Apogon lineatus* during spawning period.

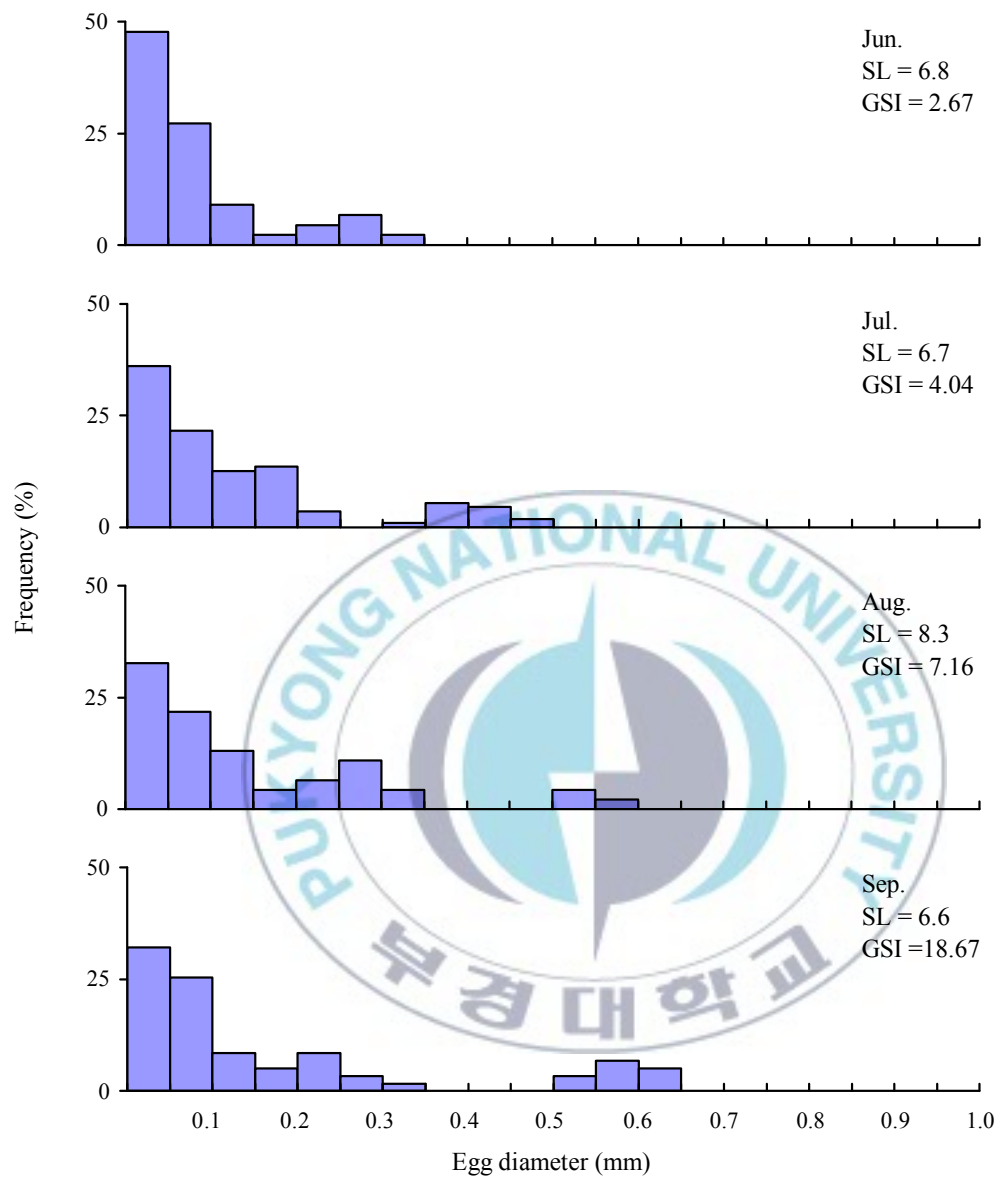
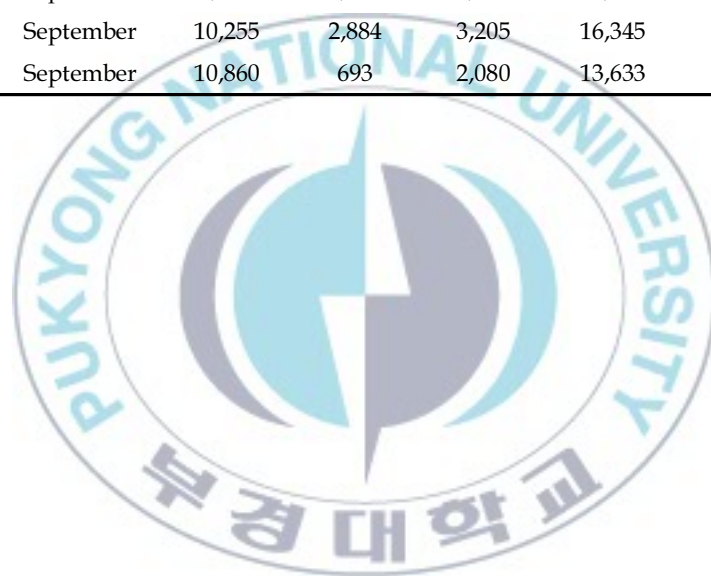


Fig. 30. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of *Apogon lineatus* during the spawning period.

Table 12. The number of oocytes for OG I, II and III stage of *Apogon lineatus*

Size (cm, SL)	GSI	Month	Number of oocytes			Sum	Sum/ OGIII
			OG I	OG II	OG III		
5.7	2.60	June	7,476	1,079	-	8,555	-
6.8	5.00	June	9,334	8,975	-	18,310	-
6.7	2.67	July	13,829	4,346	-	18,175	-
6.4	3.19	July	13,063	2,540	1,089	16,692	15.3
6.7	4.04	July	15,951	1,595	-	17,547	-
6.8	7.72	August	10,610	3,293	1,829	15,732	8.6
6.9	5.54	August	12,734	2,875	1,232	16,842	13.7
7.3	5.39	September	7,627	6,632	-	14,259	-
6.9	6.92	September	7,340	2,447	3,180	12,967	4.1
8.3	7.16	September	8,993	8,175	2,453	19,621	8.0
6.9	7.20	September	10,255	2,884	3,205	16,345	5.1
6.6	18.67	September	10,860	693	2,080	13,633	6.6



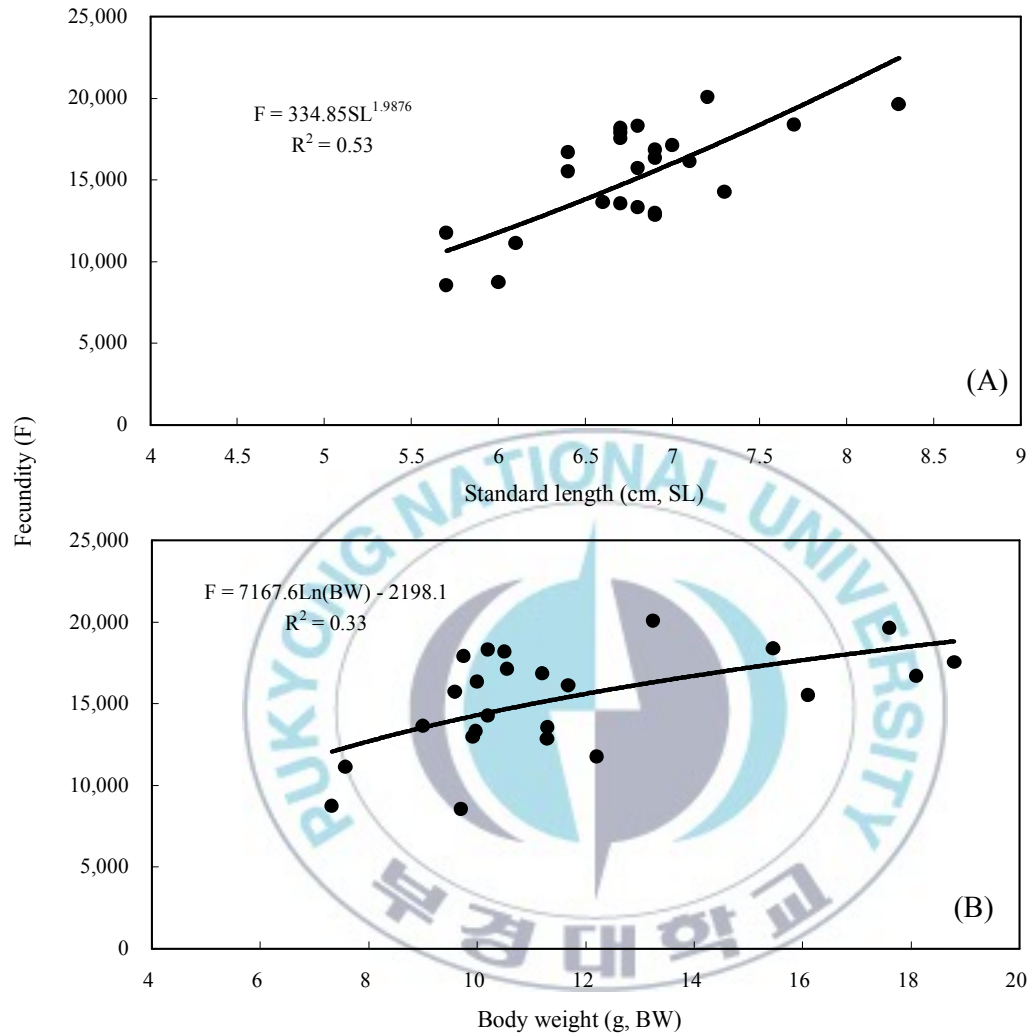


Fig. 31. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of *Apogon lineatus*.

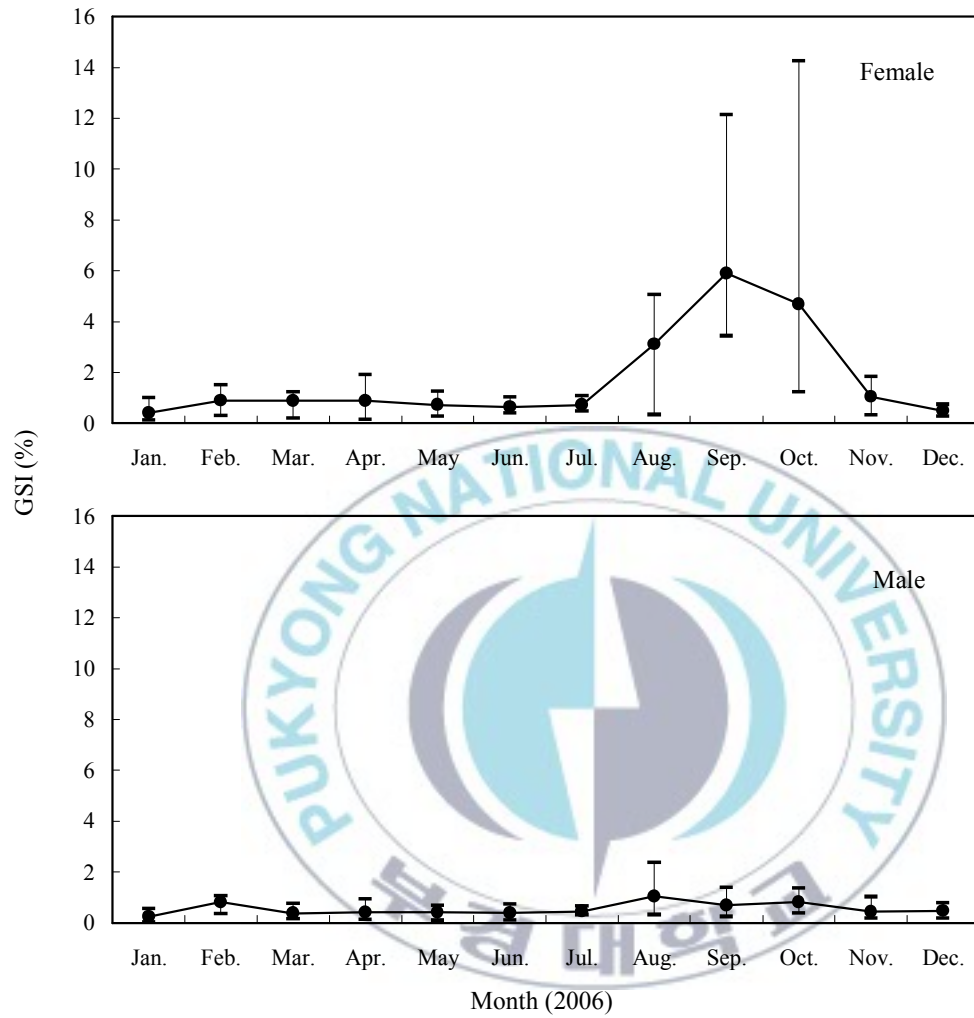


Fig. 32. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of *Acropoma japonicum* (vertical bar range from minimum to maximum value).

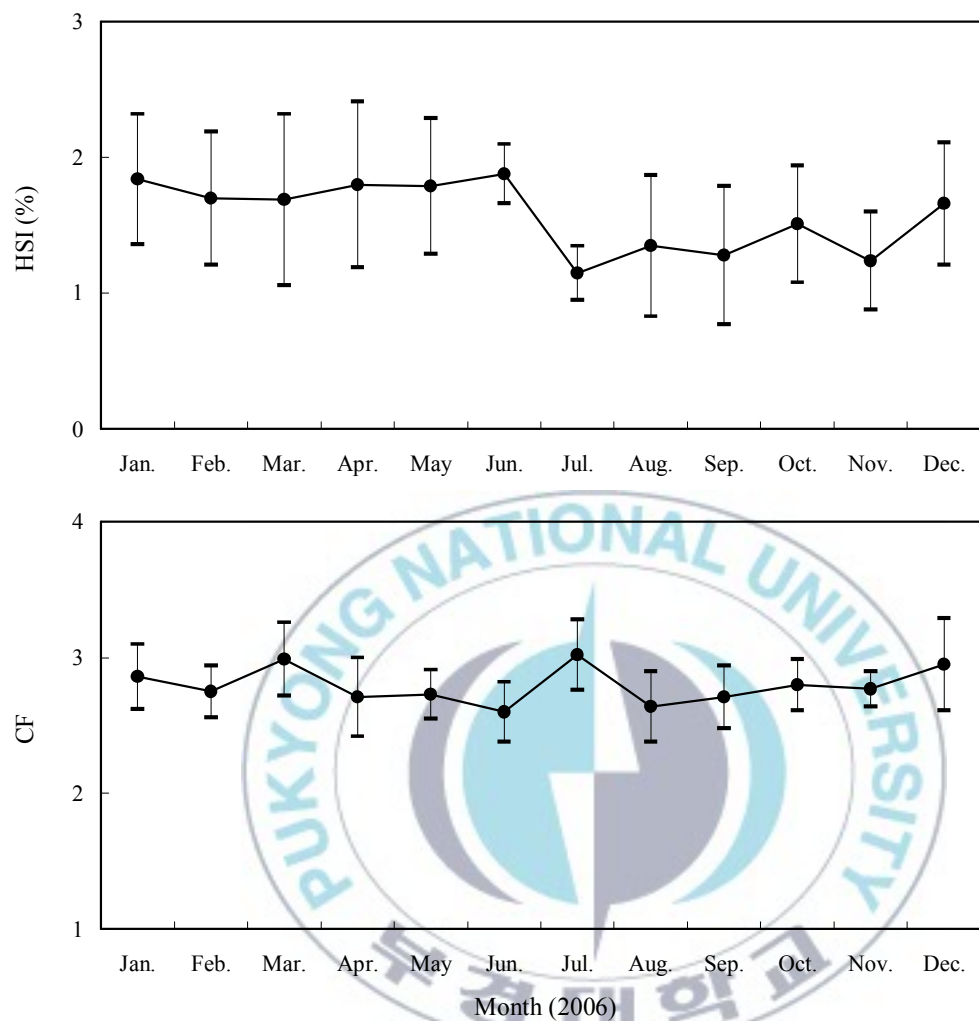


Fig. 33. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female *Acropoma japonicum* (vertical bar represent standard deviation).

성비 및 군성숙도

월별 반딧불게르치 암컷과 수컷의 성비를 조사해 본 결과(Table 13) 1:0.96로 암·수간 유의한 차이를 보이지 않았다(χ^2 -test, $p>0.05$). 월별 성비를 살펴보면, 뚜렷한 경향성을 보이지 않았으나, 산란기인 9월과 10월에는 암컷이 수컷보다 약간 더 많이 출현하였다.

반딧불게르치 암컷은 체장 5.5 cm에서 성숙한 개체가 출현하기 시작하였으며, 7.3 cm이상에서는 모든 개체가 성숙한 것으로 나타났다. 50% 군성숙체장은 logistic equation을 통하여 추정된 결과 5.98 cm로 나타났다(Fig. 34).

$$P = \frac{1}{1 + e^{-3.41(SL - 5.98)}}$$

난경 및 포란수

반딧불게르치 암컷의 산란기 동안 월별 난경조성을 살펴본 결과(Fig. 35). 8월에는 0.0~0.30 mm의 1개의 난경모드와 0.0~0.35 mm와 0.40~0.50 mm의 2개의 난경모드가 관찰되었다. 9월에는 0.0~0.20 mm, 0.25~0.45 mm, 0.65~0.75 mm의 3개의 난경모드가 관찰되어 8월보다 난경모드가 커지는 양상을 보였고 10월에는 0.0~0.20 mm, 0.25~0.45, 0.70~0.90 mm의 3개의 난경모드가 관찰되었다. 완숙단계의 난은 9월과 10월에 관찰할 수 있었으며, 10월에 0.90 mm의 최대 난경을 나타내었다.

반딧불게르치의 난경 발달 단계에 따라 3개의 난경 그룹(OG I, 0.0~0.20 mm; OG II, 0.20~0.50 mm; OG III, 0.50~0.90 mm)으로 나눠 살펴본 결과(Table 14), OG III는 9월과 10월에 관찰되었다. 전체 포란수에 대한 OG III의 수(Sum/OG III)를 살펴보면, 8.0~20.8의 범위를 보여 반딧불게르치는 산란기 동안 2회 이상 산란함을 알 수 있었다.

산란기동안 반딧불게르치의 개체당 포란수는 12,052~104,246개의 범위를 보였으며, 평균 포란수는 38,321개 였다. 반딧불게르치 체중 1g 당 상대포란수는

2,043~4,830개의 범위, 평균 3,175개를 나타내었다.

체장별 포란수를 살펴보면, 체장 6~7 cm 크기군에서는 평균 23,656개, 체장 7~8 cm 크기군에서는 35,415개, 체장 8~9 cm 크기군에서는 42,362개, 체장 9~10 cm 크기군에서는 57,558개, 체장 10 cm 이상에서는 99,156개의 난을 포란하여 체장이 증가함에 따라 포란수가 증가하는 경향을 보였다. 산란기 동안 반딧불게르치의 표준체장(SL)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 86.278SL^{2.9652}$ ($R^2 = 0.80$)으로 나타났다(Fig. 36A).

체중별 포란수를 살펴보면 체중 8.0g 미만에서는 평균 21,773개, 8.0~10.0g에서는 28,875개, 10.0~20.0g에서는 41,268개, 20.0g 이상에서는 81,600개의 난을 포란하여 체중이 증가함에 따라 포란수 또한 증가하는 경향을 보였다. 산란기 동안 반딧불게르치의 체중(BW)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 44,389\ln BW - 67,369$ ($R^2 = 0.86$)으로 나타났다(Fig. 36B).

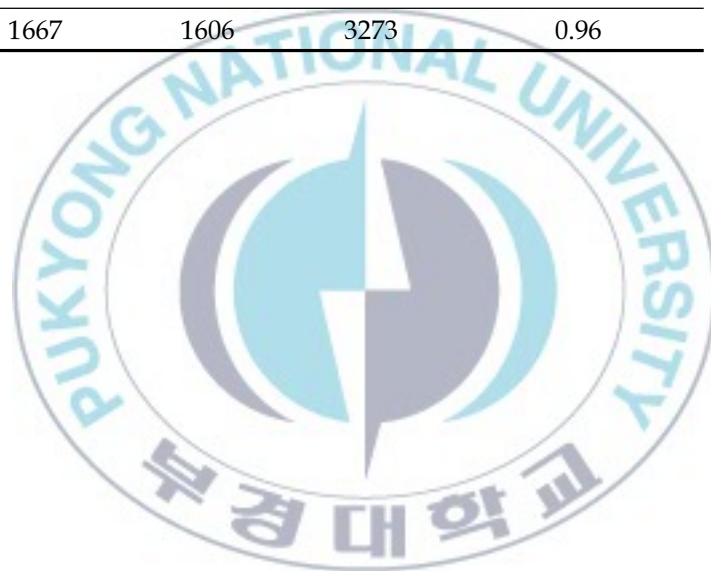
4.3 황아귀(*Lophius litulon*)

생식소중량지수(GSI), 간중량지수(HSI), 비만도지수(CF)의 월변동

황아귀 암컷 GSI의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 37), 1월에 평균 1.33이던 값이 2월 이후 증가하기 시작하여 4월에 평균 7.57로 연중 가장 높은 값을 나타내었다. 5월 이후 그 값은 감소하기 시작하여 6월에 평균 0.90을 나타내었으며 7월에 0.27로 연중 가장 낮은 값을 나타내었다. 황아귀 수컷 GSI는 1월에 평균 0.45이던 값이 2월에 증가하여 평균 1.86으로 연중 가장 높은 값을 나타내었으며, 이후 점점 감소하여 9월에 0.30으로 연중 가장 낮은 값을 나타내었다. 이와 같은 GSI의 월변동 양상을 살펴본 결과 황아귀의 산란기는 4월에서 6월임을 알 수 있었다.

Table 13. Monthly variation in sex ratio of *Acropoma japonicum*

Month (2006)	Female (ind.)	Male (ind.)	Total (ind.)	Sex ratio (M/F)
Jan.	104	53	157	0.51
Feb.	545	452	997	0.83
Mar.	72	63	135	0.88
Apr.	365	392	757	1.07
May	11	13	24	1.18
Jun.	1	-	1	-
Jul.	3	3	6	1.00
Aug.	43	90	133	2.09
Sep.	310	271	581	0.87
Oct.	34	33	67	0.97
Nov.	81	188	269	2.32
Dec.	98	48	146	0.49
Total	1667	1606	3273	0.96



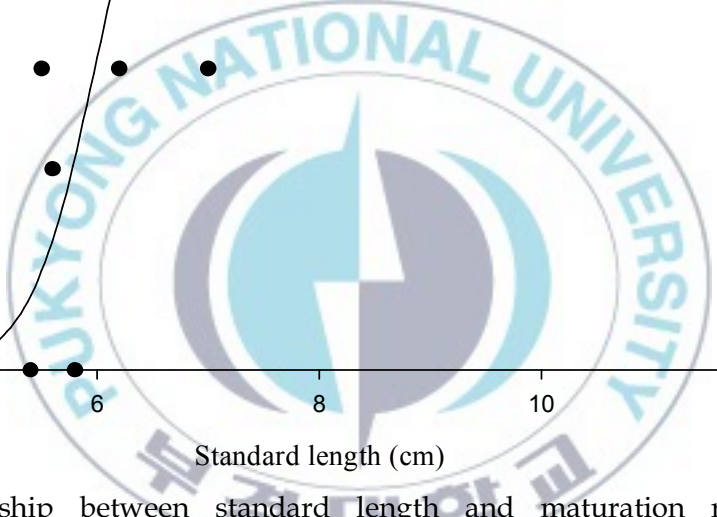


Fig. 34. Relationship between standard length and maturation rate of female *Acropoma japonicum* during spawning period.

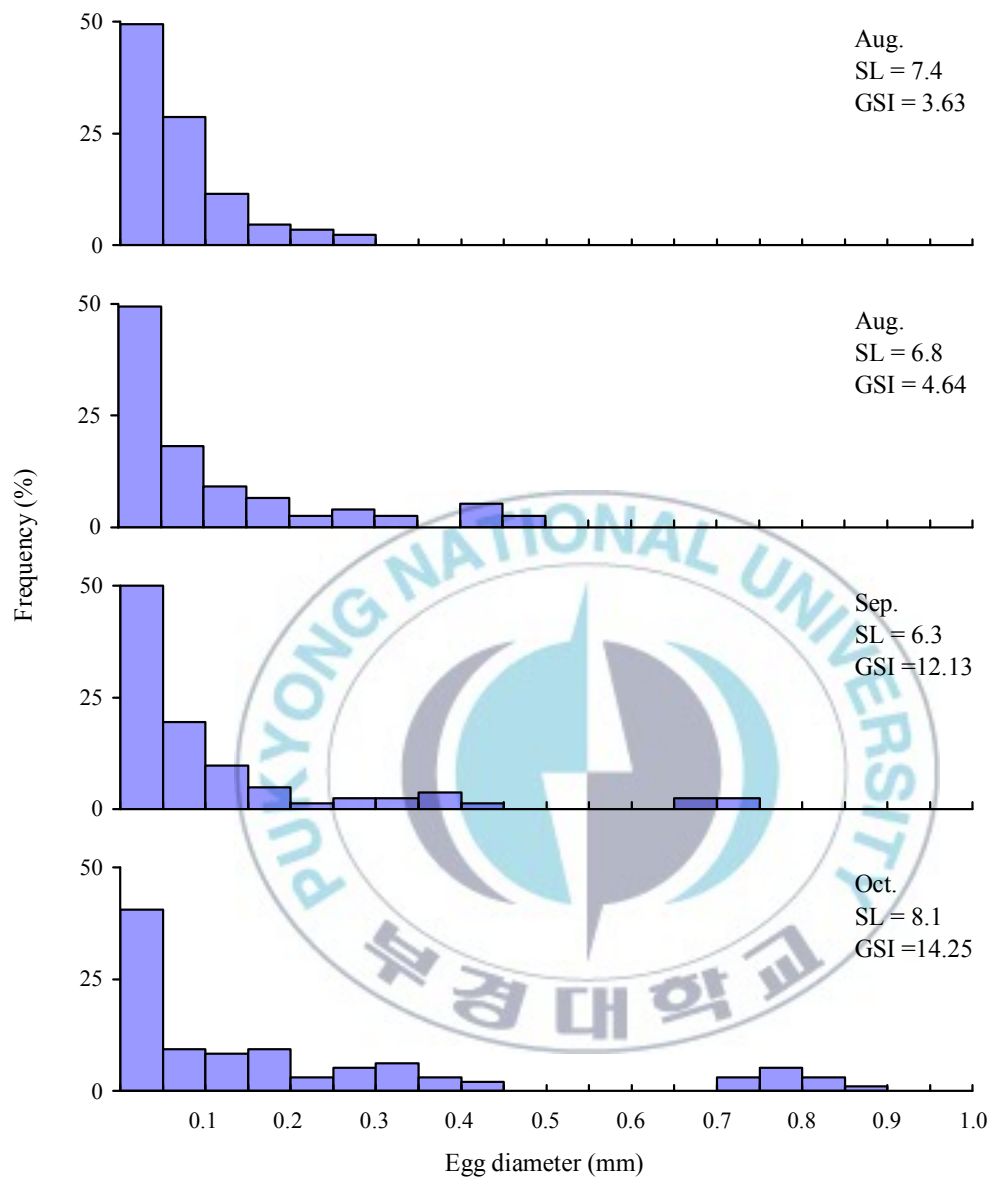


Fig. 35. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of *Acropoma japonicum* during spawning period.

Table 14. The number of oocytes for OG I, II and III stage of *Acropoma japonicum*

Size (cm, SL)	GSI	Month	Number of oocytes			Sum	Sum/ OGIII
			OG I	OG II	OG III		
6.8	4.64	August	20,389	3,398	-	23,787	-
7.0	3.63	August	40,547	6,307		46,855	-
6.3	12.13	September	21,264	2,396	1,198	24,858	20.8
6.6	8.11	September	24,851	2,429	1,682	28,962	17.2
6.7	5.26	September	14,366	3,315	-	17,681	-
6.7	5.79	September	24,590	3,783	-	28,373	-
7.1	6.07	September	16,335	3,911	-	20,247	-
7.3	5.38	September	21,680	4,409	-	26,089	-
7.4	8.90	September	21,138	2,208	3,155	26,502	8.4
7.7	8.81	September	32,324	3,964	4,269	40,557	9.5
9.7	4.77	September	49,009	16,872	-	65,881	-
11.4	3.77	September	85,906	18,339	-	104,246	-
6.7	3.55	October	29,576	3,241	-	32,817	-
7.3	5.77	October	34,160	3,360	2,240	39,760	17.8
8.1	14.25	October	27,427	6,453	4,840	38,720	8.0
8.5	3.39	October	40,106	5,898	-	46,004	-
10.1	5.67	October	82,733	11,333	-	94,067	-

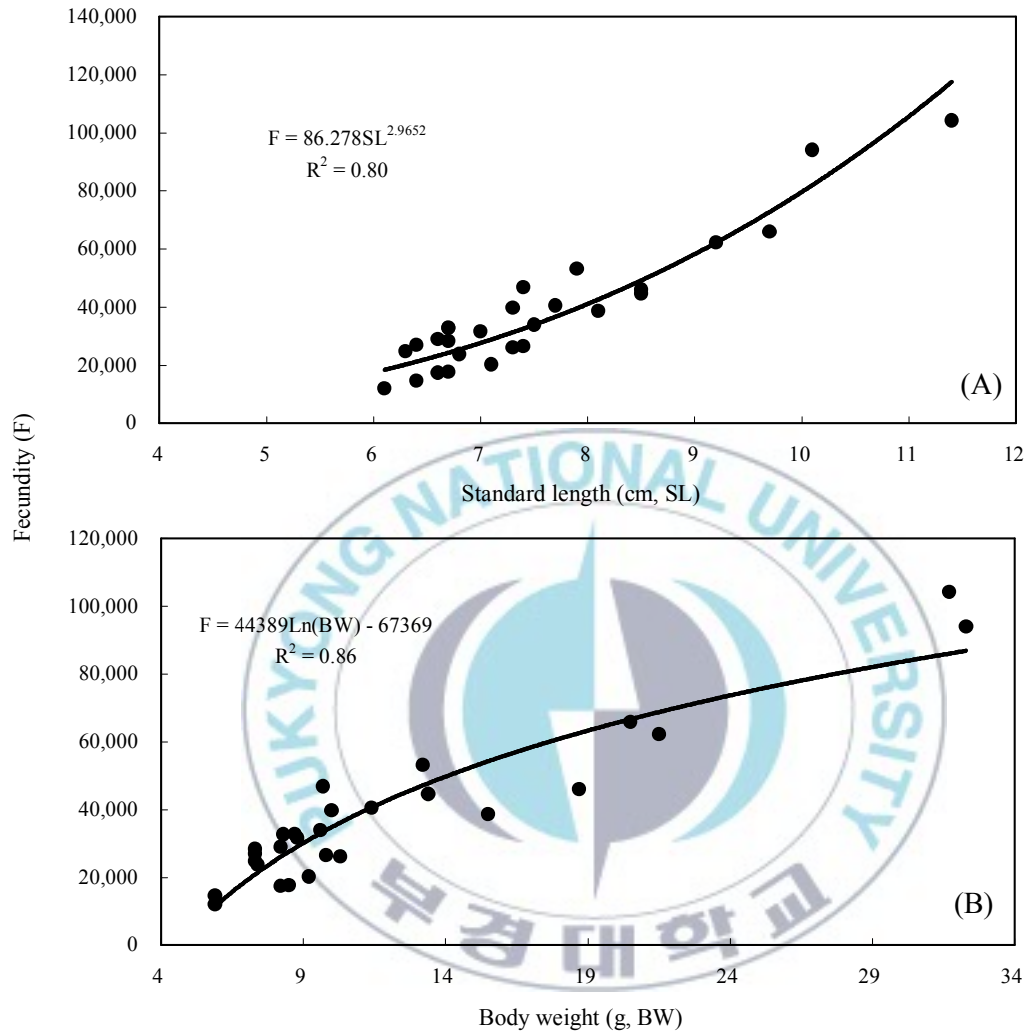


Fig. 36. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of *Acropoma japonicum*.

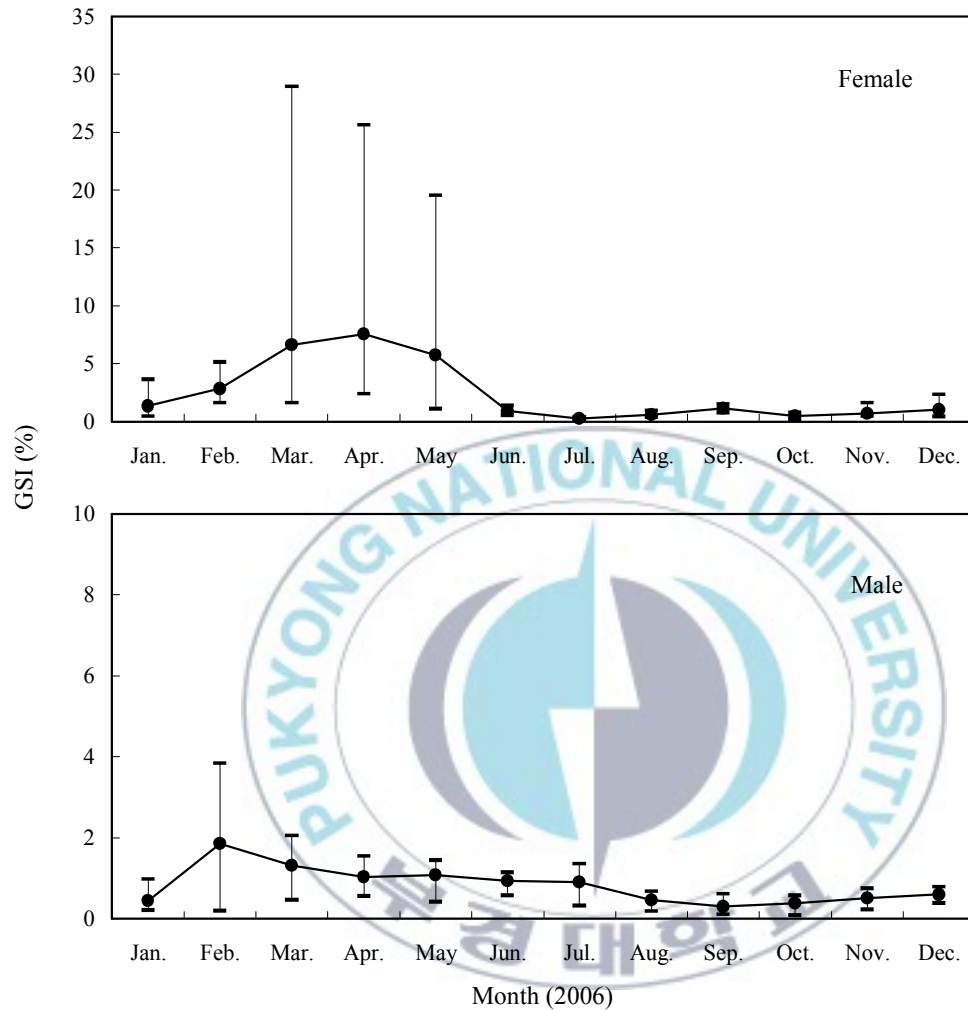


Fig. 37. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of *Lophius litulon* (vertical bar range from minimum to maximum value).

황아귀 암컷 HSI와 CF의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 38), HSI는 1월에 평균 4.16이던 값이 2월에 감소하여 평균 3.09를 나타내었고 7월까지 평균 2.94~3.33으로 낮은 값을 나타내었다. 8월 이후 증가하기 시작하여 9월에 평균 4.56으로 연중 가장 높은 값을 나타내었고 10월과 11월에 다시 감소하여 10월에 평균 2.91을 나타내었다. CF는 2월에 평균 18.30이던 값이 3월에 감소하여 평균 15.22을 나타내었고 4월에 평균 14.50으로 연중 가장 낮은 값을 나타내었다. 그 값은 5월 이후 점점 증가하여 8월에 평균 20.82로 연중 가장 높은 값을 나타내었다. 8월 이후 그 값은 다시 감소하다가 12월에 증가하여 평균 20.41을 나타내었다.

성비 및 군성숙도

월별 황아귀 암컷과 수컷의 성비를 조사해 본 결과(Table 15) 1:0.67로 암컷이 수컷보다 더 많이 출현하여 암·수간 유의한 차이를 보이지 않았다(χ^2 -test, $p>0.05$). 월별 성비의 변화양상을 살펴보면, 1~10월에는 암컷이 수컷보다 더 많이 출현하였고, 11월과 12월에는 암·수의 비율이 비슷하였다. 그리고 산란기 동안(3~5월)에는 암컷이 더 많이 출현하였다.

황아귀 암컷은 체장 47.3 cm에서 성숙한 개체가 출현하기 시작하였으며, 65.0 cm이상에서는 모든 개체가 성숙한 것으로 나타났다. 50% 군성숙체장은 logistic equation을 통하여 추정된 결과 49.51 cm로 나타났다(Fig. 39).

$$P = \frac{1}{1 + e^{-0.22(SL - 49.51)}}$$

난경 및 포란수

황아귀 암컷의 산란기 동안 월별 난경조성을 살펴본 결과(Fig. 40), 2월에는 0.0~0.25 mm와 0.30~0.60 mm의 2개의 난경모드를 관찰할 수 있었다. 3월에는 0.45~0.85 mm와 0.90~1.30 mm의 2개의 난경모드가 관찰되었고, 5월에는

0.50~0.75 mm와 0.90~1.40 mm의 2개의 난경모드가 관찰되었다. 완숙단계의 난은 3월에서 5월에 관찰되었고 1.40 mm의 최대 난경을 나타내었다.

황아귀의 난경 발단 단계에 따라 3개의 난경 그룹(OG I, 0.0~0.25 mm; OG II, 0.25~0.75 mm; OG III, 0.75~1.40 mm)으로 나눠 살펴본 결과(Table 16), OG III는 3월에서 5월에 관찰되었다. 전체 포란수에 대한 OG III의 수 (Sum/OG III)를 살펴보면, 1.4~3.5의 범위를 보여 황아귀는 산란기 동안 1~2 회 이상 산란함을 알 수 있었다.

산란기동안 황아귀의 개체당 포란수는 373,240~1,202,687개의 범위를 보였으며, 평균 포란수는 795,104개 였다. 황아귀 체중 1g 당 상대포란수는 153~233개의 범위, 평균 188개를 나타내었다.

체장별 포란수를 살펴보면, 체장 60 cm미만에서는 평균 469,631개, 체장 60~70 cm 크기군에서는 779,037개, 체장 70~80 cm 크기군에서는 936,127개, 체장 80 cm 이상에서는 1,165,797개의 난을 포란하여 체장이 증가함에 따라 포란수가 증가하는 경향을 보였다. 산란기간 동안 황아귀의 표준체장(SL)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 37.704SL^{2.3645}$ ($R^2 = 0.93$)으로 나타났다(Fig. 41A).

체중별 포란수를 살펴보면 체중 3,000.0g미만에서는 평균 447,462개, 3,000.0~4,000.0g에서는 720,586개, 4,000.0~5,000.0g에서는 911,968개 5,000.0g이상에서는 997,957개의 난을 포란하여 체중이 증가함에 따라 포란수 또한 증가하는 경향을 보였다. 산란기동안 황아귀의 체중(BW)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 643,112\ln BW - 5E+06$ ($R^2 = 0.81$) 으로 나타났다(Fig. 41B).

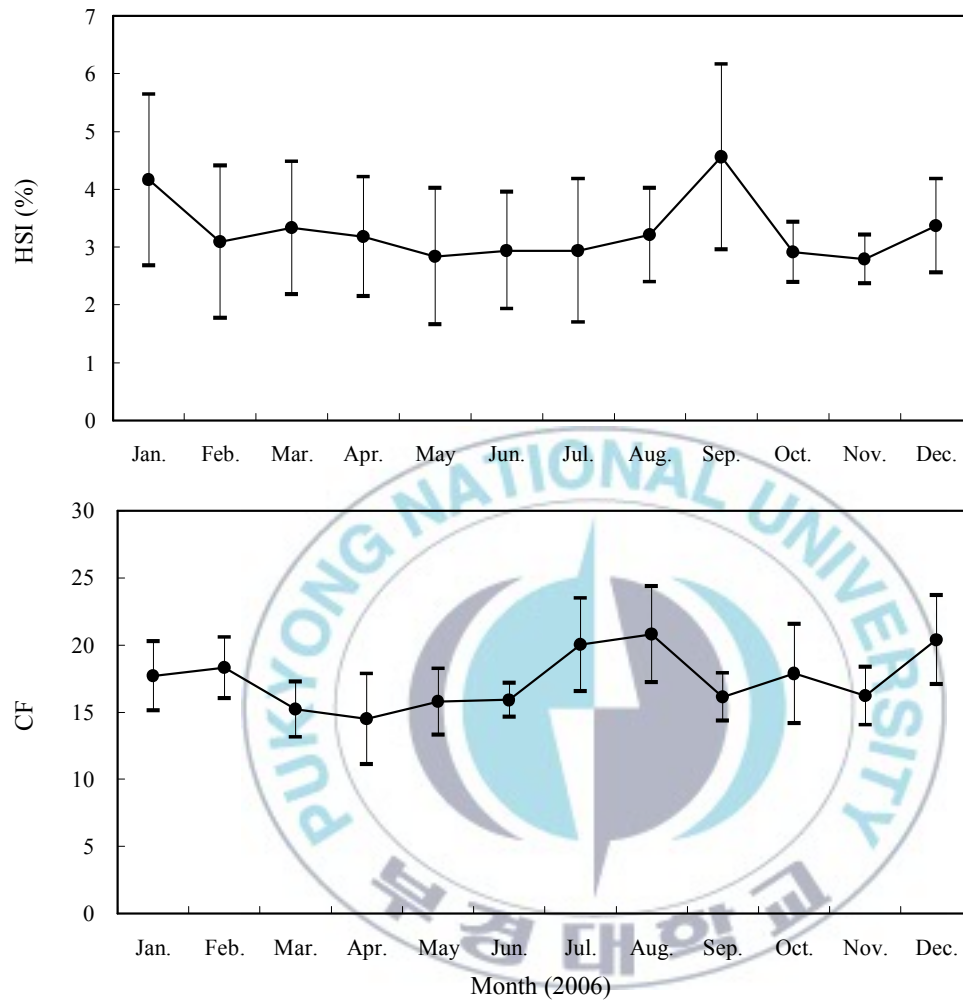


Fig. 38. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female *Lophius litulon* (vertical bar represent standard deviation).

Table 15. Monthly variation in sex ratio of *Lophius litulon*

Month (2006)	Female (ind.)	Male (ind.)	Total (ind.)	Sex ratio (M/F)
Jan.	16	7	23	0.44
Feb.	14	9	23	0.64
Mar.	14	7	21	0.50
Apr.	21	12	33	0.57
May	26	15	41	0.58
Jun.	88	63	151	0.72
Jul.	36	25	61	0.69
Aug.	9	6	15	0.67
Sep.	29	16	45	0.55
Oct.	12	7	19	0.58
Nov.	18	17	35	0.94
Dec.	17	18	35	1.06
Total	300	202	502	0.67



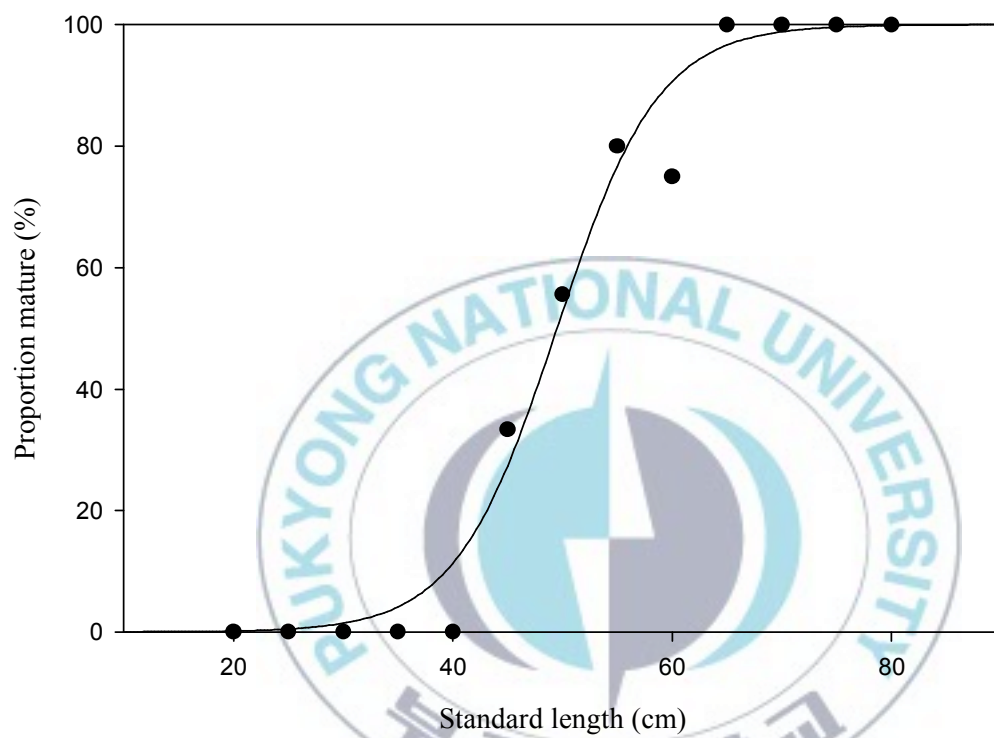


Fig. 39. Relationship between standard length and maturation rate of female *Lophius litulon* during spawning period.

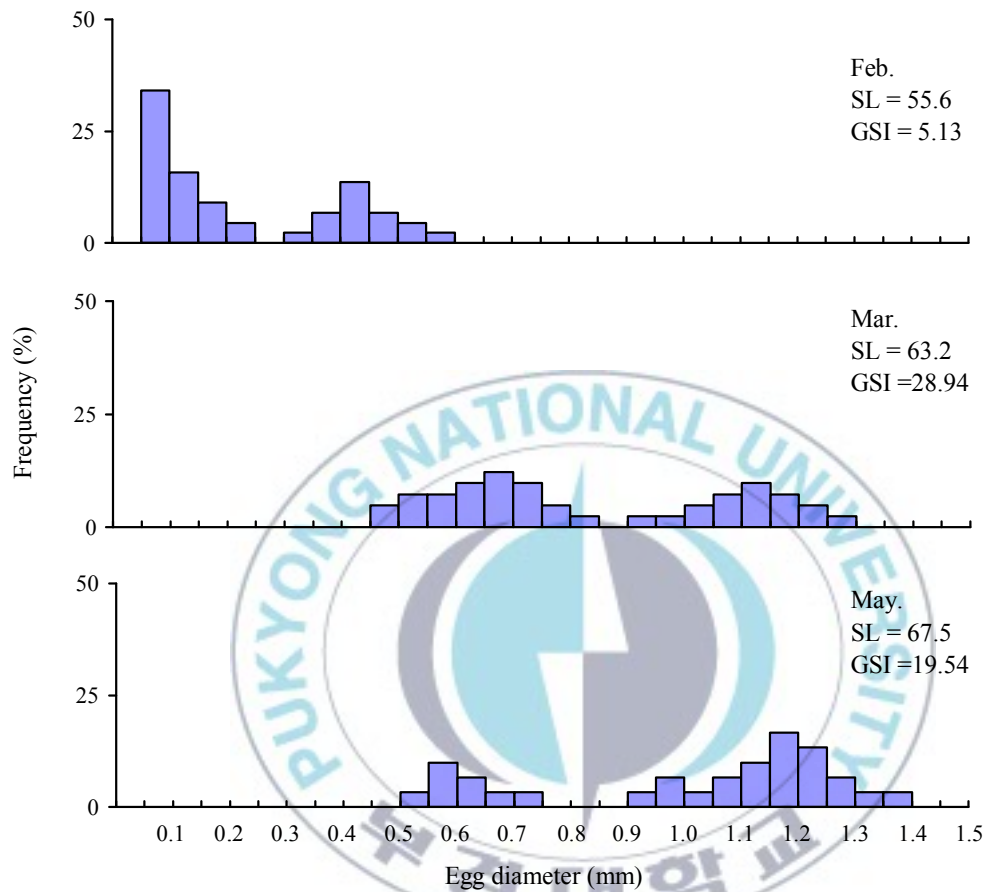


Fig. 40. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of *Lophius litulon* during spawning period.

Table 16. The number of oocytes for OG I, II and III stage of *Lophius litulon*

Size (cm, SL)	GSI	Month	Number of oocytes			Sum	Sum/ OGIII
			OG I	OG II	OG III		
63.2	28.94	March	-	223,438	521,355	744,793	1.4
67.2	3.95	March	562,464	124,992	-	687,455	-
67.7	4.88	April	532,970	193,807	-	726,778	-
74.0	6.04	April	392,014	548,819	-	940,833	-
80.4	5.18	April	735,102	393,805	-	1,128,907	-
67.5	19.54	May	-	519,407	367,913	887,320	2.4
68.7	12.68	May	-	649,055	254,986	904,040	3.5
74.0	6.04	May	659,093	290,776	-	949,869	-
71.3	5.23	May	435,846	397,947	-	833,793	-



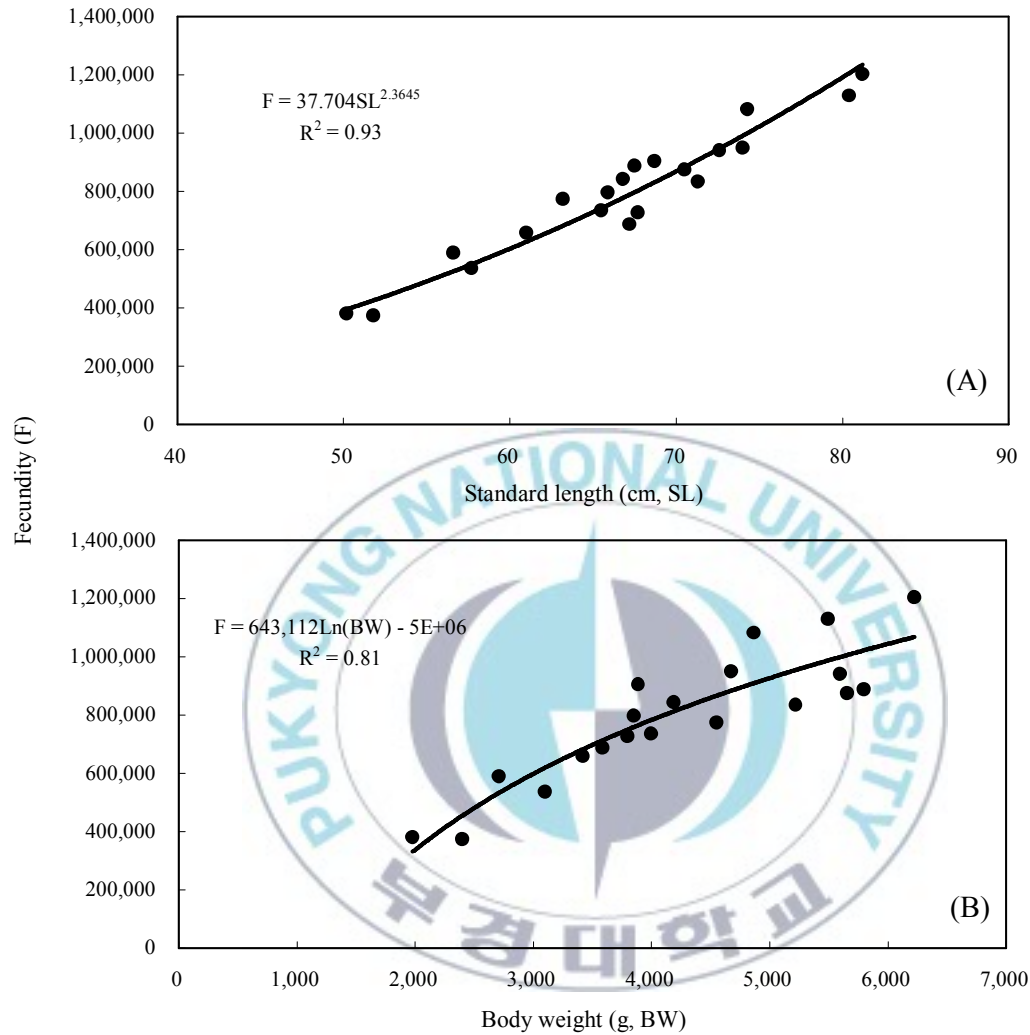


Fig. 41. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of *Lophius litulon*.

4.4 점넙치(*Pseudorhombus pentophthalmus*)

생식소중량지수(GSI), 간중량지수(HSI), 비만도지수(CF)의 월변동

점넙치 암컷 GSI의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 42), 3월에 평균 2.04의 값을 나타내던 것이 이후 점점 증가하기 시작하여 5월에 9.70으로 연중 가장 높은 값을 나타내었다. 5월 이후 그 값은 점점 감소하여 11월에 평균 1.47의 값을 나타내었다. 점넙치 수컷 GSI는 연중 큰 변동없이 0.16~0.47로 연중 낮은 값을 나타내었다(그림 4-16). 이와 같은 GSI의 월변동 양상을 살펴본 결과 6월과 7월의 자료는 없으나 5월 이후 감소하는 경향을 보여 점넙치의 산란기는 6월 전후로 생각된다.

점넙치 암컷 HSI와 CF의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 43), HSI는 1월에 평균 2.02의 값을 나타내던 것이 이후 점점 증가하기 시작하여 4월에 평균 2.71의 값을 나타내었다. 이후 그 값은 점점 감소하여 9월에 1.10으로 연중 가장 낮은 값을 나타내었다. 9월 이후 그 값은 점점 증가하여 12월에 평균 2.73으로 연중 가장 높은 값을 나타내었다. CF는 2월에 평균 10.30으로 연중 가장 높은 값을 나타내었고, 이후 점점 감소하는 양상을 나타내었다. 점넙치의 HSI는 하계와 추계에 낮은 값을 나타내었고 동계와 춘계에 높은 값의 양상을 보였으며, CF는 동계와 춘계에 높은 값을 나타내었고, 하계와 추계에 낮은 값을 나타내었다.

성비 및 군성숙도

월별 점넙치 암컷과 수컷의 성비를 조사해 본 결과(Table 17) 1:1.20으로 수컷이 더 많이 출현하여 암·수간 유의한 차이를 보이지 않았다(χ^2 -test, $p>0.05$). 월별 성비를 살펴보면 2월에는 암컷이 더 많았으며, 그 외에는 수컷이 암컷보다 더 많이 출현하였다.

점넙치 암컷은 체장 15.8 cm에서 성숙한 개체가 출현하기 시작하였으며,

21.0 cm 이상에서는 모든 개체가 성숙한 것으로 나타났다. 50% 군성숙체장은 logistic equation을 통하여 추정된 결과 18.77 cm로 나타났다(Fig. 44).

$$P = \frac{1}{1 + e^{-1.17(SL - 18.77)}}$$

난경 및 포란수

점넙치 암컷의 산란기 동안 월별 난경조성을 살펴본 결과(Fig. 45), 4월에는 0.0~0.25 mm의 1개의 난경모드를 관찰할 수 있었다. 5월에는 2종류의 난경모드가 관찰되었는데, 0.0~0.25 mm와 0.25~0.45 mm의 2개의 난경모드와 0.0~0.15 mm, 0.15~0.40 mm, 0.50~0.75 mm의 3개의 난경모드가 관찰되었다. 8월에는 0.0~0.15 mm, 0.15~0.30 mm, 0.30~0.55 mm의 3개의 난경모드가 관찰되었다. 완숙단계의 난은 5월과 8월에 관찰되었으며, 0.85 mm의 최대 난경을 나타내었다.

점넙치의 난경 발달 단계에 따라 3개의 난경 그룹(OG I, 0.0~0.20 mm; OG II, 0.20~0.45 mm; OG III, 0.45~0.75 mm)으로 나눠 살펴본 결과(Table 18), OG III는 5월과 8월에 관찰되었다. 전체 포란수에 대한 OG III의 수(Sum/OG III)를 살펴보면, 6.2~25.3의 범위를 보여 점넙치는 2회 이상 산란함을 알 수 있었다.

점넙치의 개체당 포란수는 148,997~826,021개의 범위를 보였으며, 평균 포란수는 405,235개였다. 점넙치의 체중 1g 당 상대포란수는 2,078~4,571개의 범위, 평균 3,320개를 나타내었다.

체장별 포란수를 살펴보면, 체장 20 cm 미만에서는 평균 192,841개, 체장 20~22 cm 크기군에서는 394,289개, 체장 22~24 cm 크기군에서는 477,399개, 체장 24 cm 이상에서는 548,713개의 난을 포란하여 체장이 증가함에 따라 포란수가 증가하는 경향을 보였다. 산란기간 동안 점넙치의 표준체장(SL)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 4.5874SL^{3.6553}$ ($R^2 = 0.58$)으로 나타났다(Fig. 46A).

체중별 포란수를 살펴보면 체중 90.0g미만에서는 평균 192,841개, 90.0~110.0g에서는 382,344개, 110.0~140.0g에서는 438,709개, 140.0g이상에서는 542,019개의 난을 포란하여 체중이 증가함에 따라 포란수 또한 증가하는 경향을 보였다. 점념치의 체중(BW)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 468,592\ln BW - 2E+06$ ($R^2 = 0.67$)으로 나타났다(Fig. 46B).

4.5 품치(*Liparis tanakai*)

생식소중량지수(GSI), 간중량지수(HSI), 비만도지수(CF)의 월변동

품치 암컷 GSI의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 47), 1월에 평균 12.64으로 연중 가장 높은 값을 나타내었으며, 2월에는 평균 11.60의 값을 보였다. 3월에 그 값은 급격히 감소하여 평균 1.54의 값을 나타내었고, 이후 11월 까지 낮은 값을 유지하였다. 12월에 그 값은 증가하여 평균 7.85의 값을 나타내었다. 품치 수컷 GSI는 연중 큰 변동없이 0.08~1.12의 낮은 값을 나타내었다. 이와 같은 GSI의 월변동 양상을 살펴본 결과 품치의 산란기는 1월에서 3월임을 알 수 있었다.

품치 암컷 HSI와 CF의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 48), HSI는 1월에 평균 3.71의 값을 나타내던 것이 3월에 급격히 감소하여 평균 1.84의 값을 보였다. 이후 11월 까지 비슷한 값을 나타내다가 12월에 급격히 증가하여 평균 4.32로 연중 가장 높은 값을 나타내었다. CF는 3월과 4월에 각각 평균 13.51과 14.99로 낮은 값을 보였으며 그 외에는 15.40~17.71로 큰 변동이 없었다. 품치의 HSI는 산란기에 비교적 높은 값을 보였으며, CF는 뚜렷한 경향성을 보이지 않았다.

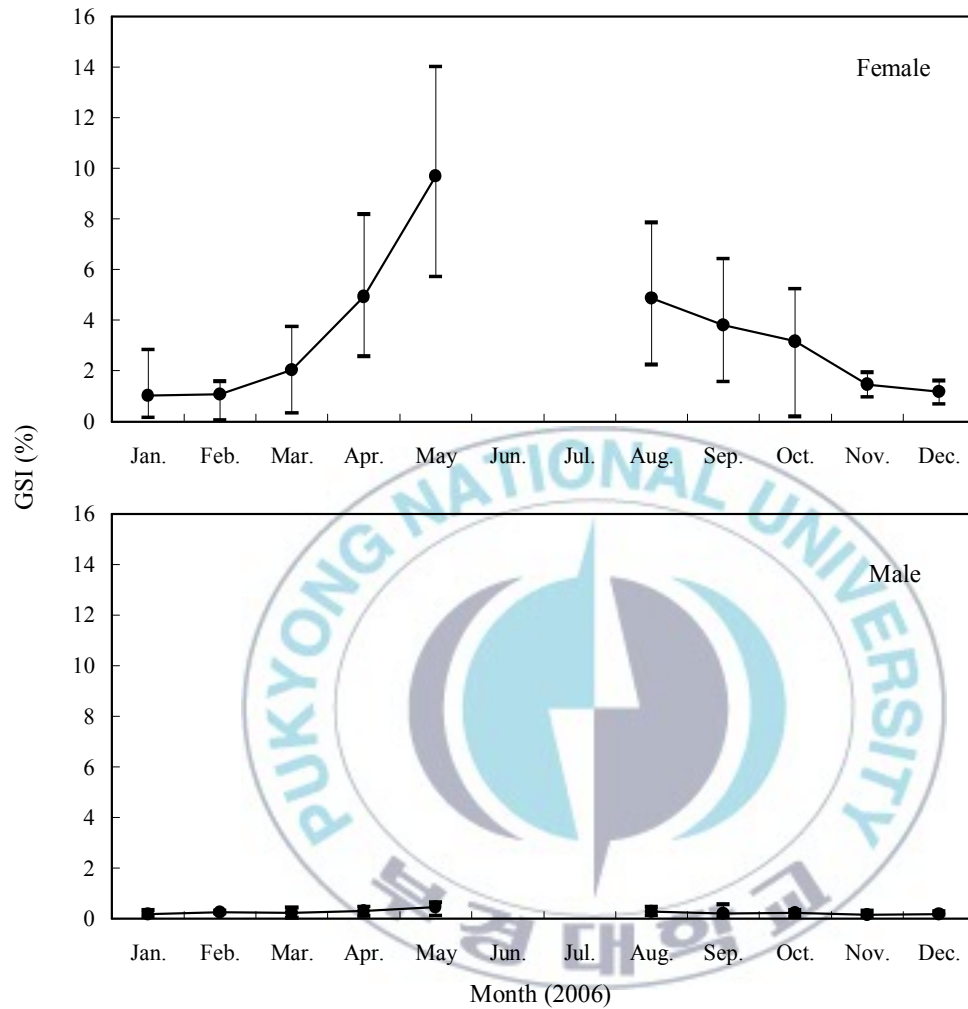


Fig. 42. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of *Pseudorhombus pentophthalmus* (vertical bar range from minimum to maximum value).

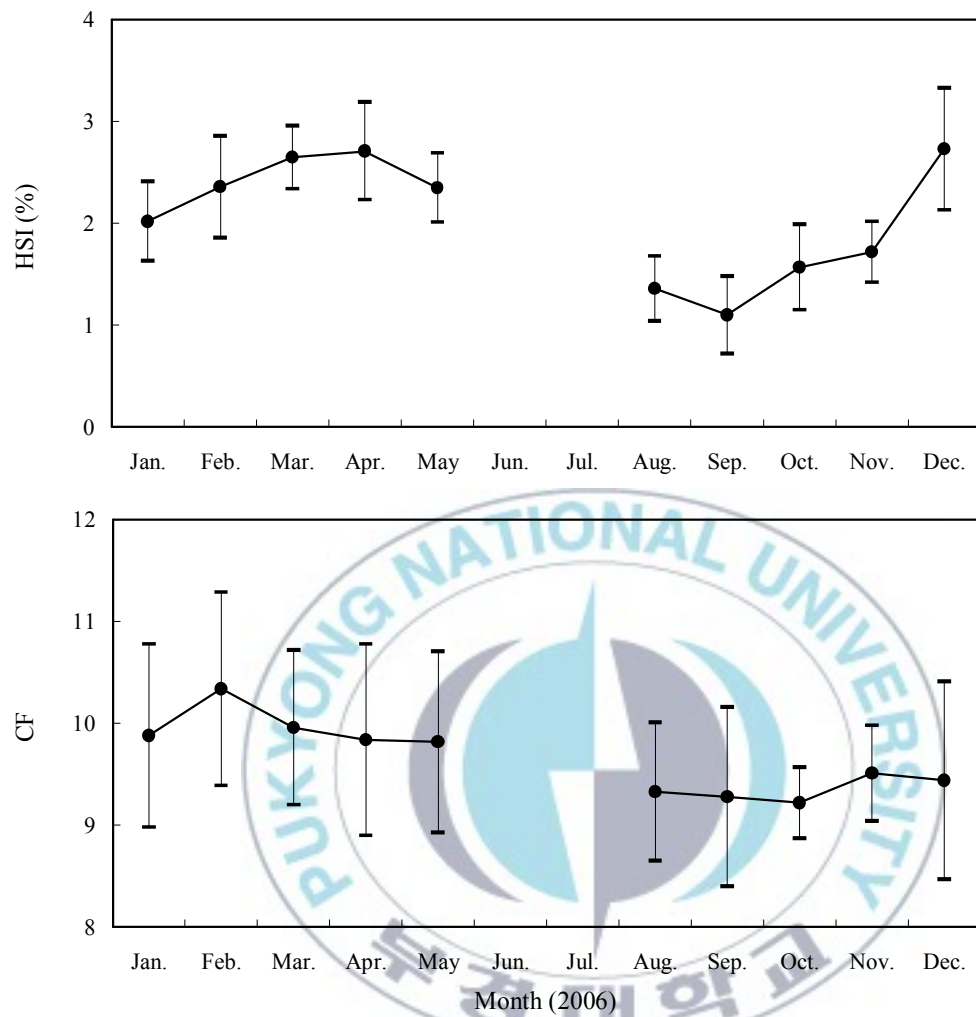


Fig. 43. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female *Pseudorhombus pentophthalmus* (vertical bar represent standard deviation).

Table 17. Monthly variation in sex ratio of *Pseudorhombus pentophthalmus*

Month (2006)	Female (ind.)	Male (ind.)	Total (ind.)	Sex ratio (M/F)
Jan.	16	19	35	1.19
Feb.	12	6	18	0.50
Mar.	15	17	32	1.13
Apr.	28	28	56	1.00
May	12	27	39	2.25
Jun.	-	-	-	-
Jul.	-	-	-	-
Aug.	27	32	59	1.19
Sep.	31	39	70	1.26
Oct.	17	21	38	1.24
Nov.	20	24	44	1.20
Dec.	6	7	13	1.17
Total	184	220	404	1.20



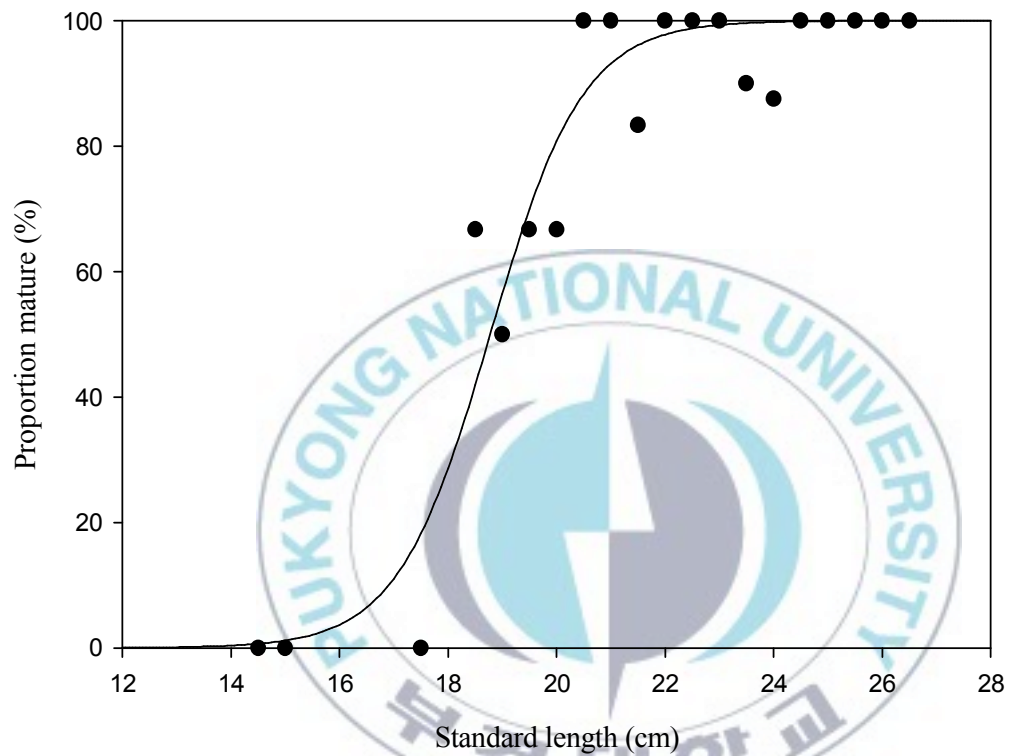


Fig. 44. Relationship between standard length and maturation rate of female *Pseudorhombus pentophthalmus* during spawning period.

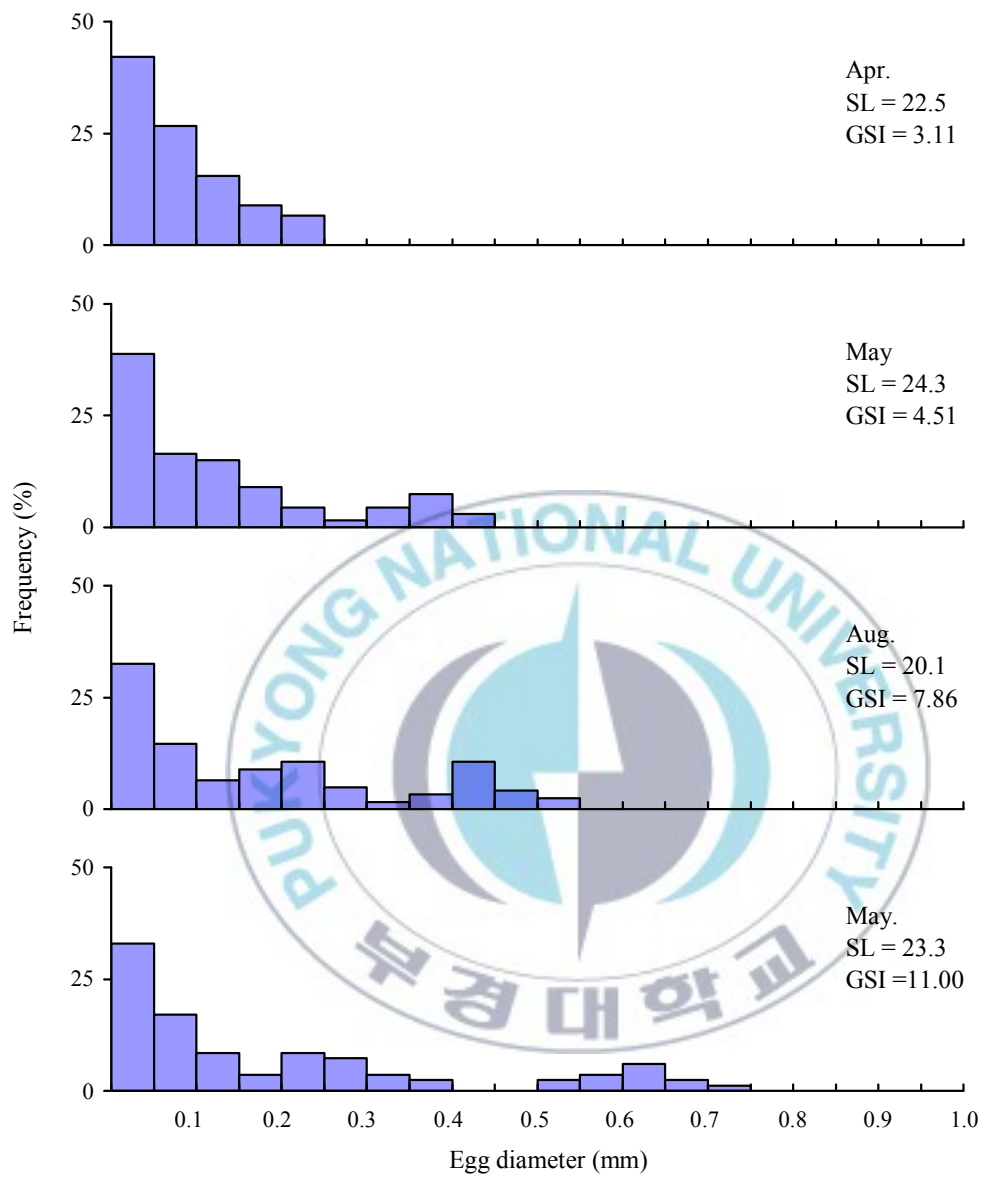
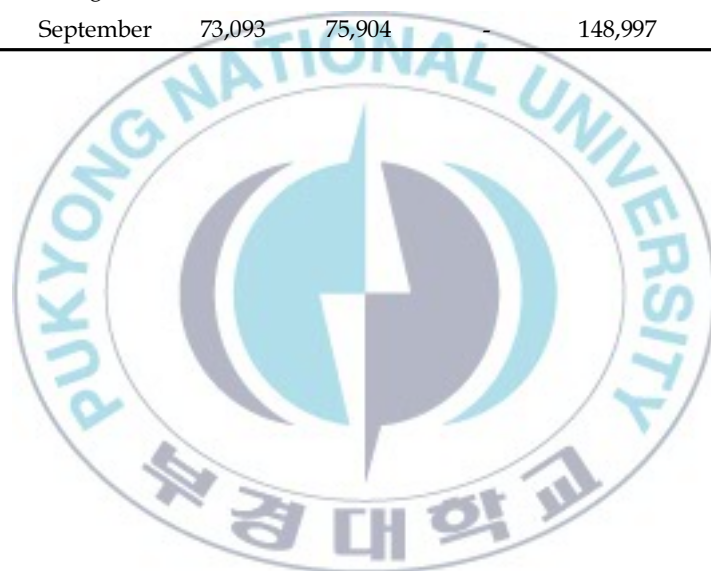


Fig. 45. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of *Pseudorhombus pentophthalmus* during spawning period.

Table 18. The number of oocytes for OG I, II and III stage of *Pseudorhombus pentophthalmus*

Size (cm, SL)	GSI	Month	Number of oocytes			Sum	Sum/ OGIII
			OG I	OG II	OG III		
19.6	5.72	May	156,639	53,400	-	210,038	-
22.4	7.08	May	433,751	64,259	48,195	546,205	11.3
23.3	11.00	May	462,311	91,061	98,066	651,439	6.6
21.2	11.24	August	304,859	59,883	70,771	435,512	6.2
22.8	6.00	August	238,383	39,731	19,865	297,979	15.0
22.8	8.02	August	427,311	67,981	48,558	543,851	11.2
23.3	4.30	August	434,285	85,785	21,446	541,516	25.3
23.8	5.68	August	281,197	56,239	25,563	363,000	14.2
24.3	4.08	August	369,192	59,722	-	428,914	-
26.3	9.62	August	647,192	102,188	76,641	826,021	10.8
19.8	6.42	September	73,093	75,904	-	148,997	-



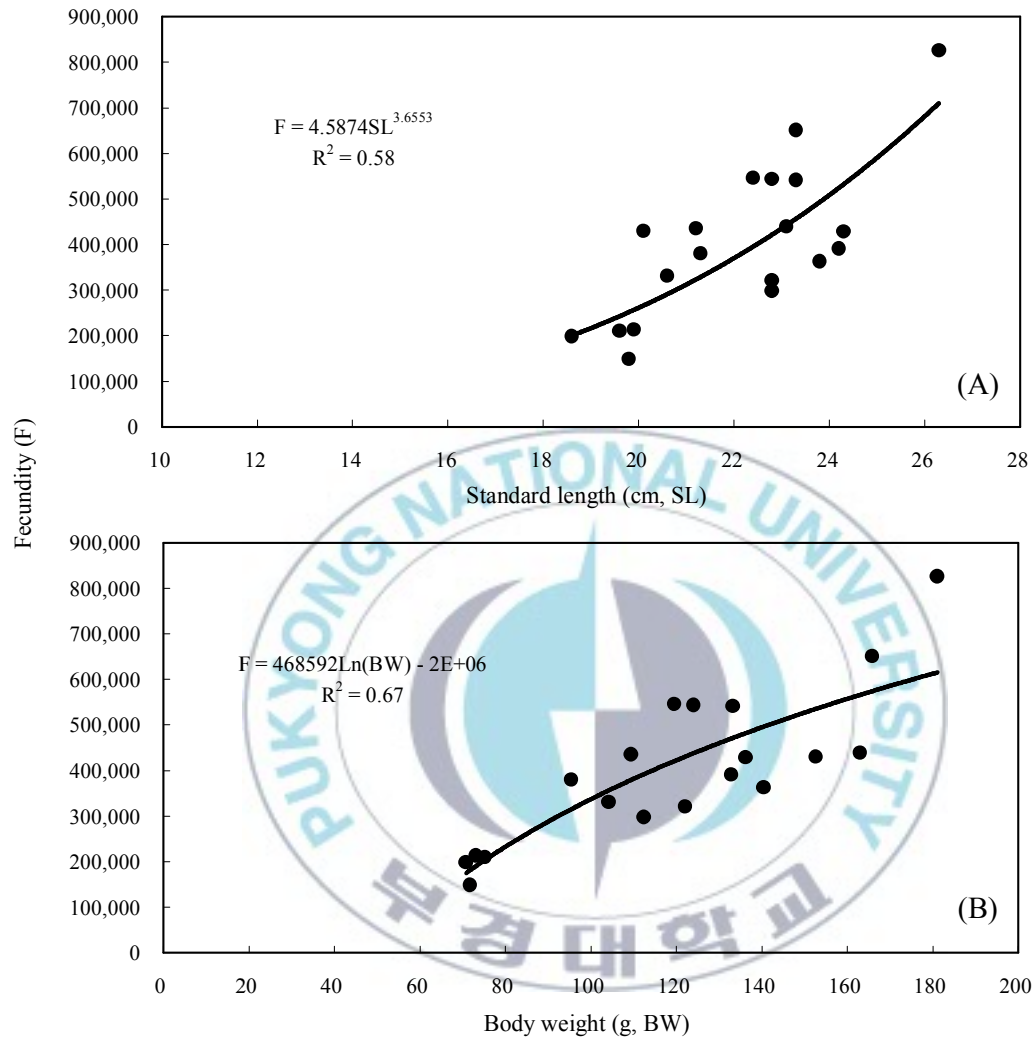


Fig. 46. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of *Pseudorhombus pentophthalmus*.

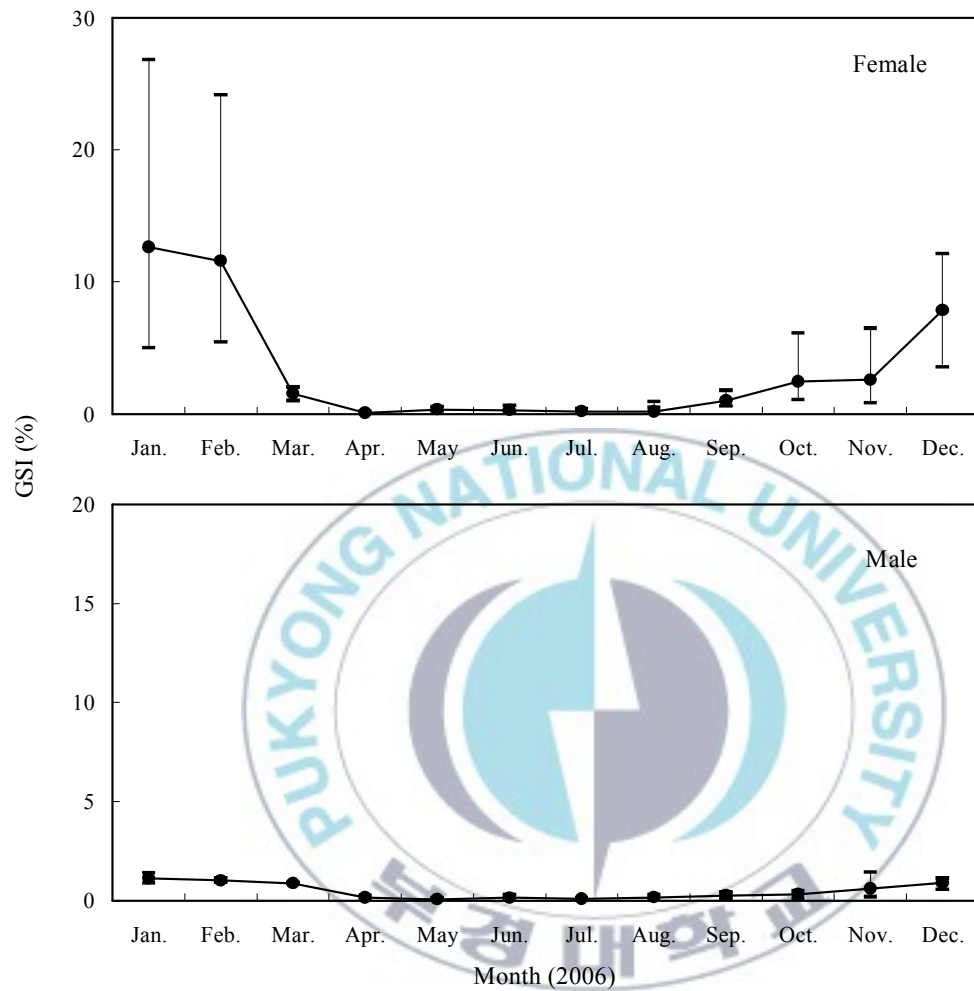


Fig. 47. Monthly change of gonadosomatic index (GSI) of *Liparis tanakai* (vertical bar range from minimum to maximum value).

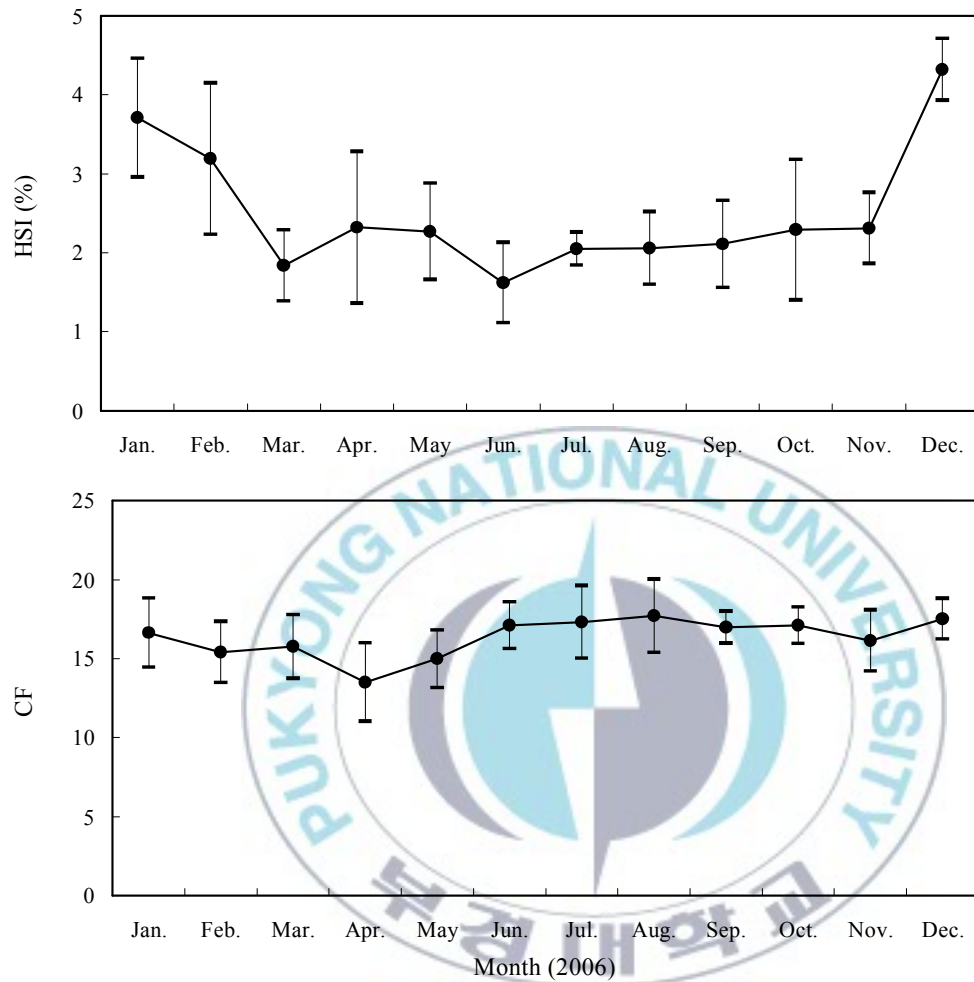


Fig. 48. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female *Liparis tanakai* (vertical bar represent standard deviation).

성비 및 군성속도

월별 꼼치의 암컷과 수컷의 성비를 조사해 본 결과(Table 19) 1:0.94로 암·수간 유의한 차이를 보이지 않았다(χ^2 -test, $p>0.05$). 월별 성비를 살펴보면, 연간 뚜렷한 경향성을 보이지 않았으며, 산란기 동안(12~2월)에는 암컷이 수컷보다 약간 더 많이 출현하였다.

꼼치 암컷은 체장 34.4 cm에서 성숙한 개체가 출현하기 시작하였으며, 47.0 cm이상에서는 모든 개체가 성숙한 것으로 나타났다. 50% 군성속체장은 logistic equation을 통하여 추정된 결과 38.22 cm로 나타났다(Fig. 49).

$$P = \frac{1}{1 + e^{-0.37(SL - 38.22)}}$$

난경 및 포란수

꼼치 암컷의 산란기 동안 월별 난경조성을 살펴본 결과(Fig. 50), 12월에는 0.0~0.45 mm와 0.45~0.70 mm의 2개의 난경모드를 관찰할 수 있었다. 1월에는 0.0~0.50 mm와 0.85~1.20 mm의 2개의 난경모드가 관찰되었으며, 12월보다 난경의 크기가 커지는 양상을 보였다. 2월에는 0.0~0.50 mm, 0.75~1.00 mm, 1.30~1.65 mm의 3개의 난경모드가 관찰되었다. 완숙단계의 난은 1월과 2월에 관찰되었으며, 1.65 mm의 최대 난경을 나타내었다.

꼼치의 난경 발단 단계에 따라 3개의 난경 그룹(OG I, 0.0~0.50 mm; OG II, 0.50~1.00 mm; OG III, 1.00~1.65 mm)으로 나눠 살펴본 결과(Table 20), OG III는 1월과 2월에 관찰되었다. 전체 포란수에 대한 OG III의 수(Sum/OG III)를 살펴보면, 2.8~7.6의 범위를 보여 꼼치는 산란기 동안 2회 이상 산란함을 알 수 있었다.

산란기동안 꼼치의 개체당 포란수는 37,772~323,820개의 범위를 보였으며, 평균 포란수는 190,555개 었다. 꼼치의 체중 1g 당 상대포란수는 44~170개의 범위, 평균 124개를 나타내었다.

체장별 포란수를 살펴보면, 체장 40 cm미만에서는 평균 86,954개, 체장 40~45 cm 크기군에서는 194,843개, 체장 45~50 cm 크기군에서는 198,043개, 체장 50 cm 이상에서는 258,446개의 난을 포란하여 체장이 증가함에 따라 포란수가 증가하는 경향을 보였다. 산란기간 동안 몸치의 표준체장(SL)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 0.0084SL^{4.427}$ ($R^2 = 0.72$)으로 나타났다(Fig. 51A).

체중별 포란수를 살펴보면 체중 1,100.0g미만에서는 평균 111,901개, 1,100.0~1,500.0g에서는 161,734개, 1,500.0~1,800.0g에서는 201,509개, 1,800.0g 이상에서는 278,951개의 난을 포란하여 체중이 증가함에 따라 포란수 또한 증가하는 경향을 보였다. 산란기간 동안 몸치의 체중(BW)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 231,429 \ln BW - 1E+06$ ($R^2 = 0.78$)으로 나타났다(Fig. 51B).

4.6 줄비늘치(*Coelorinchus multispinulosus*)

생식소중량지수(GSI), 간중량지수(HSI), 비만도지수(CF)의 월변동

줄비늘치 암컷 GSI의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 52), 1월에 평균 0.97의 값을 나타내던 것이 이후 증가하여 2월에 평균 1.31의 값을 나타내었고 5월에 평균 2.77로 연중 가장 높은 값을 나타내었다. 그리고 이후 감소하여 7월에 평균 0.81의 값을 나타내었고 8월에는 평균 0.27로 연중 가장 낮은 값을 나타내었다. 줄비늘치 수컷 GSI는 2월에 평균 0.59로 연중 가장 높은 값을 나타내었으나 연중 큰 변동없이 0.12~0.59의 낮은 값을 나타내었다. 이와 같은 GSI의 월변동 양상을 살펴본 결과 줄비늘치의 산란기는 5월에서 7월임을 알 수 있었다.

Table 19. Monthly variation in sex ratio of *Liparis tanakai*

Month (2006)	Female (ind.)	Male (ind.)	Total (ind.)	Sex ratio (M/F)
Jan.	10	7	17	0.70
Feb.	10	4	14	0.40
Mar.	2	4	6	2.00
Apr.	27	22	49	0.81
May	66	57	123	0.86
Jun.	18	24	42	1.33
Jul.	25	21	46	0.84
Aug.	13	21	34	1.62
Sep.	3	4	7	1.33
Oct.	15	14	29	0.93
Nov.	5	5	10	1.00
Dec.	5	4	9	0.80
Total	199	187	386	0.94



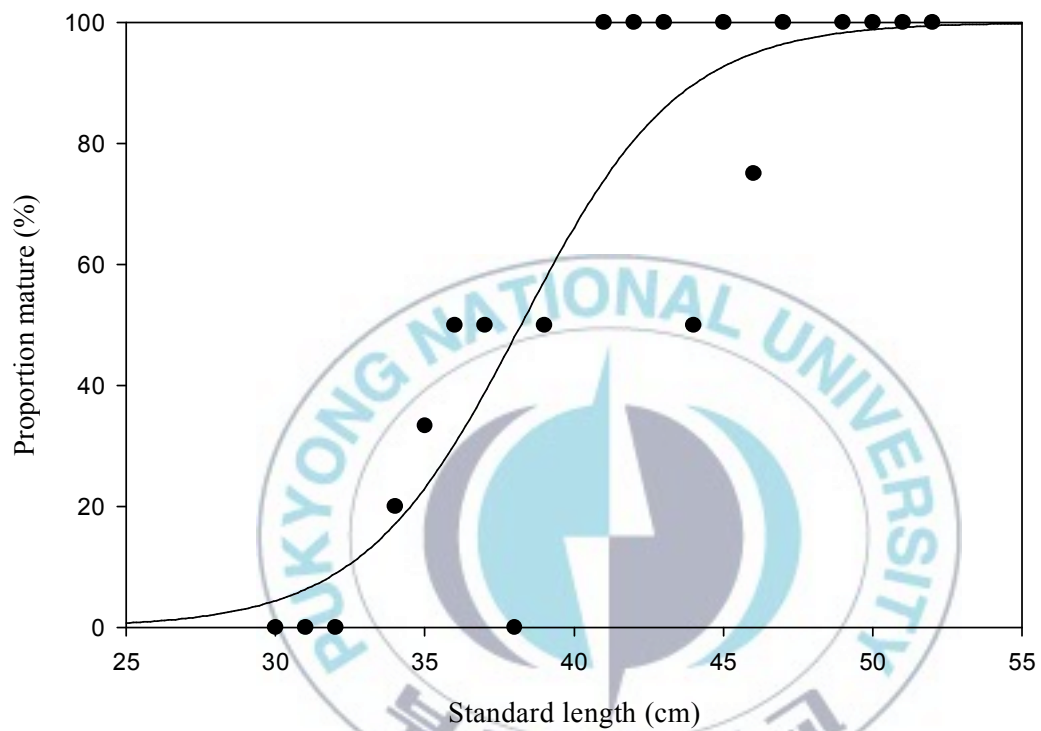


Fig. 49. Relationship between standard length and maturation rate of female *Liparis tanakai* during spawning period.

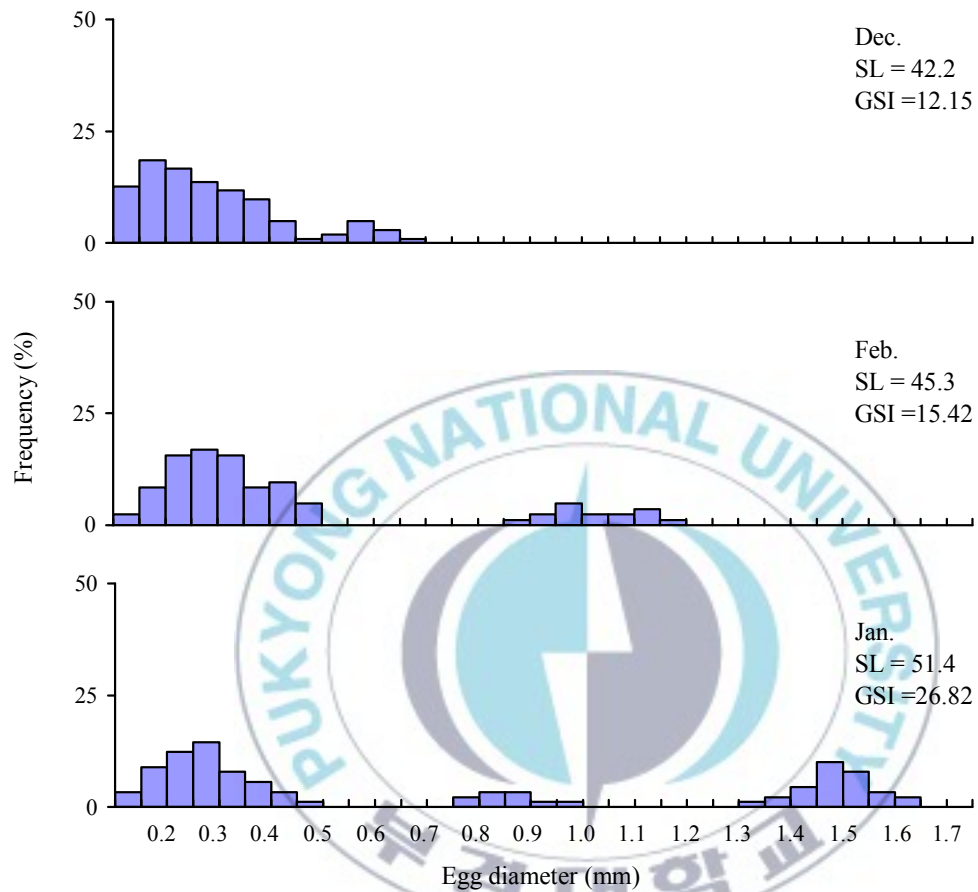
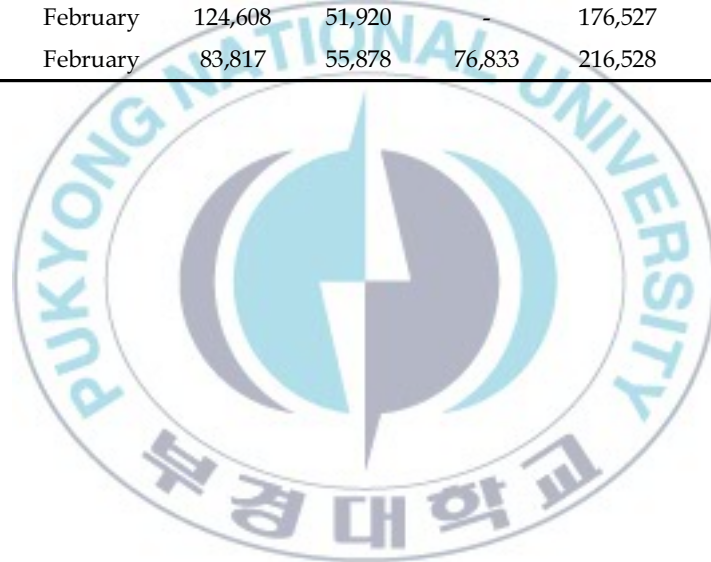


Fig. 50. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of *Liparis tanakai* during spawning period.

Table 20. The number of oocytes for OG I, II and III stage of *Liparis tanakai*

Size (cm, SL)	GSI	Month	Number of oocytes			Sum	Sum/ OGIII
			OG I	OG II	OG III		
44.8	15.21	January	160,710	27,950	34,937	223,596	6.4
45.9	8.59	January	86,277	43,139	19,608	149,024	7.6
46.0	18.92	January	151,455	55,074	41,306	247,835	6.0
46.5	21.30	January	64,268	42,846	58,913	166,027	2.8
50.2	18.42	January	127,488	29,420	68,647	225,555	3.3
51.4	26.82	January	161,910	53,970	107,940	323,820	3.0
39.7	24.16	February	76,568	27,024	36,032	139,624	3.9
43.8	16.59	February	120,041	41,469	39,286	200,795	5.1
45.4	7.75	February	127,740	51,096	38,322	217,158	5.7
46.0	15.59	February	127,666	44,582	28,370	200,618	7.1
46.7	4.92	February	124,608	51,920	-	176,527	-
47.5	17.22	February	83,817	55,878	76,833	216,528	2.8



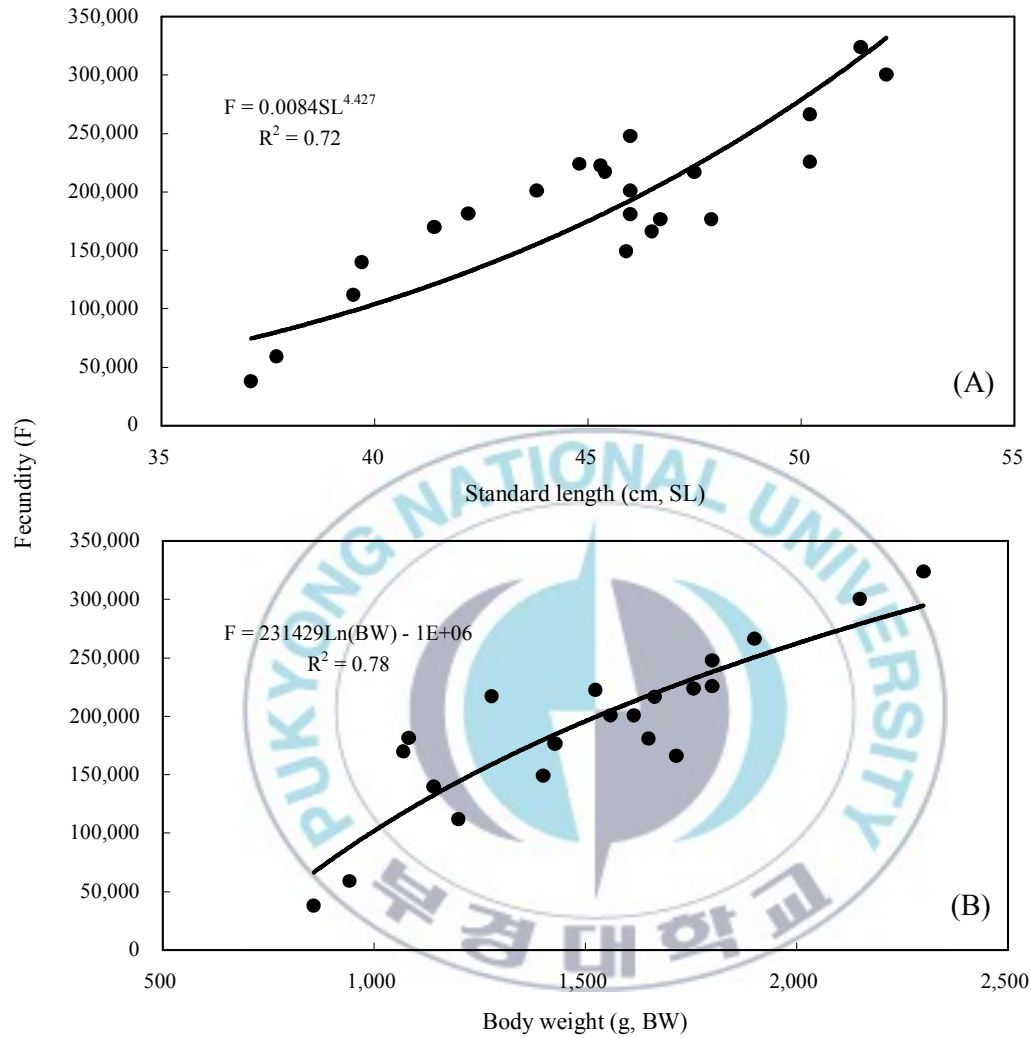


Fig. 51. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of *Liparis tanakai*.

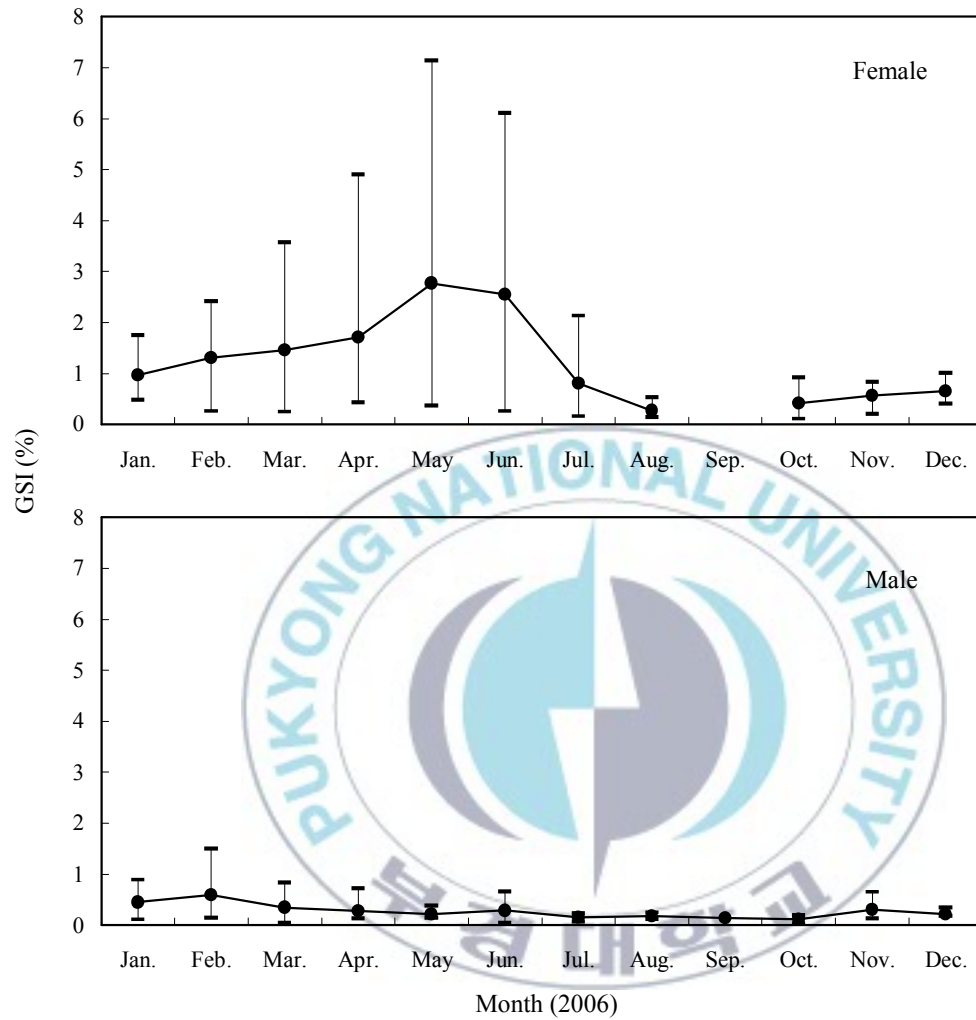


Fig. 52. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of *Coelorinchus multispinulosus* (vertical bar range from minimum to maximum value).

줄비늘치 암컷 HSI와 CF의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 53), HSI는 1월에 평균 1.78로 연중 가장 낮은 값을 나타내었고, 이후 증가하여 5월에 평균 4.28로 연중 가장 높은 값을 나타내었다. CF는 1월에 2.92로 연중 가장 낮은 값을 나타내었고, 11월에 3.57로 연중 가장 높은 값을 나타내었다. 줄비늘치의 HSI는 산란기 동안 높은 값을 나타내었고, CF는 연중 큰 변동을 보이지 않았다.

성비 및 군성속도

월별 줄비늘치의 암컷과 수컷의 성비를 조사해 본 결과(Table 21) 1:0.44로 암컷이 더 많이 출현하여 암·수간 유의한 차이를 보였다(χ^2 -test, $p < 0.05$). 월별 성비를 살펴보면, 연간 모든 계절에 암컷이 수컷보다 더 많이 출현하였다.

줄비늘치 암컷은 체장 15.7 cm에서 성숙한 개체가 출현하기 시작하였으며, 23.0 cm 이상에서는 모든 개체가 성숙한 것으로 나타났다. 50% 군성숙체장은 logistic equation을 통하여 추정된 결과 20.07 cm로 나타났다(Fig. 54).

$$P = \frac{1}{1 + e^{-0.49(SL - 20.07)}}$$

난경 및 포란수

줄비늘치 암컷의 산란기 동안 월별 난경조성을 살펴본 결과(Fig. 55), 2월에는 0.0~0.30 mm와 0.30~0.50 mm의 2개의 난경모드를 관찰할 수 있었다. 3월에는 0.0~0.20 mm, 0.20~0.55 mm, 0.60~0.75 mm의 3개의 난경모드가 관찰되었으며, 2월보다 난경의 크기가 커지는 양상을 보였다. 4월에는 0.0~0.30 mm, 0.30~0.50 mm, 0.60~0.75 mm, 0.95~1.05 mm의 4개의 난경모드가 관찰되었고, 6월에는 0.0~0.30 mm, 0.30~0.55 mm, 0.60~0.85 mm, 1.05~1.35 mm의 4개의 난경모드가 관찰되었다. 완숙단계의 난은 5월과 6월에 관찰되었으며, 1.35 mm의 최대 난경을 나타내었다.

줄비늘치의 난경 발단 단계에 따라 4개의 난경 그룹(OG I, 0.0~0.25 mm;

OGⅡ, 0.25~0.55 mm; OGⅢ, 0.55~0.85 mm; OGⅣ, 0.85~1.35 mm)으로 나눠 살펴본 결과(Table 22), OGⅣ는 4월에서 6월에 관찰되었다. 전체 포란수에 대한 OGⅣ의 수(Sum/OGⅣ)를 살펴보면, 6.8~21.5의 범위를 보여 준비늘치는 산란기 동안 2회 이상 산란함을 알 수 있었다.

산란기동안 준비늘치의 개체당 포란수는 5,111~145,767개의 범위를 보였으며, 평균 포란수는 53,534개 였다. 준비늘치 체중 1g 당 상대포란수는 516~1,346개의 범위, 평균 948개를 나타내었다.

체장별 포란수를 살펴보면, 체장 20 cm미만에서는 평균 15,067개, 체장 20~23 cm 크기군에서는 35,561개, 체장 23~26 cm 크기군에서는 47,632개, 체장 26~29 cm 크기군에서는 82,130개, 체장 29 cm 이상에서는 134,950개의 난을 포란하여 체장이 증가함에 따라 포란수가 증가하는 경향을 보였다. 산란기간 동안 준비늘치의 표준체장(SL)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 0.0439SL^{4.3831}$ ($R^2 = 0.96$)으로 나타났다(Fig. 56A).

체중별 포란수를 살펴보면 체중 20.0g미만에서는 평균 10,131개, 20.0~40.0g에서는 31,046개, 40.0~60.0g에서는 47,016개, 60.0~80.0g에서는 76,281개, 80.0g이상에서는 114,899개의 난을 포란하여 체중이 증가함에 따라 포란수 또한 증가하는 경향을 보였다. 산란기동안 준비늘치의 체중(BW)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 51,317\ln BW - 135,127$ ($R^2 = 0.84$) 으로 나타났다(Fig. 56B).

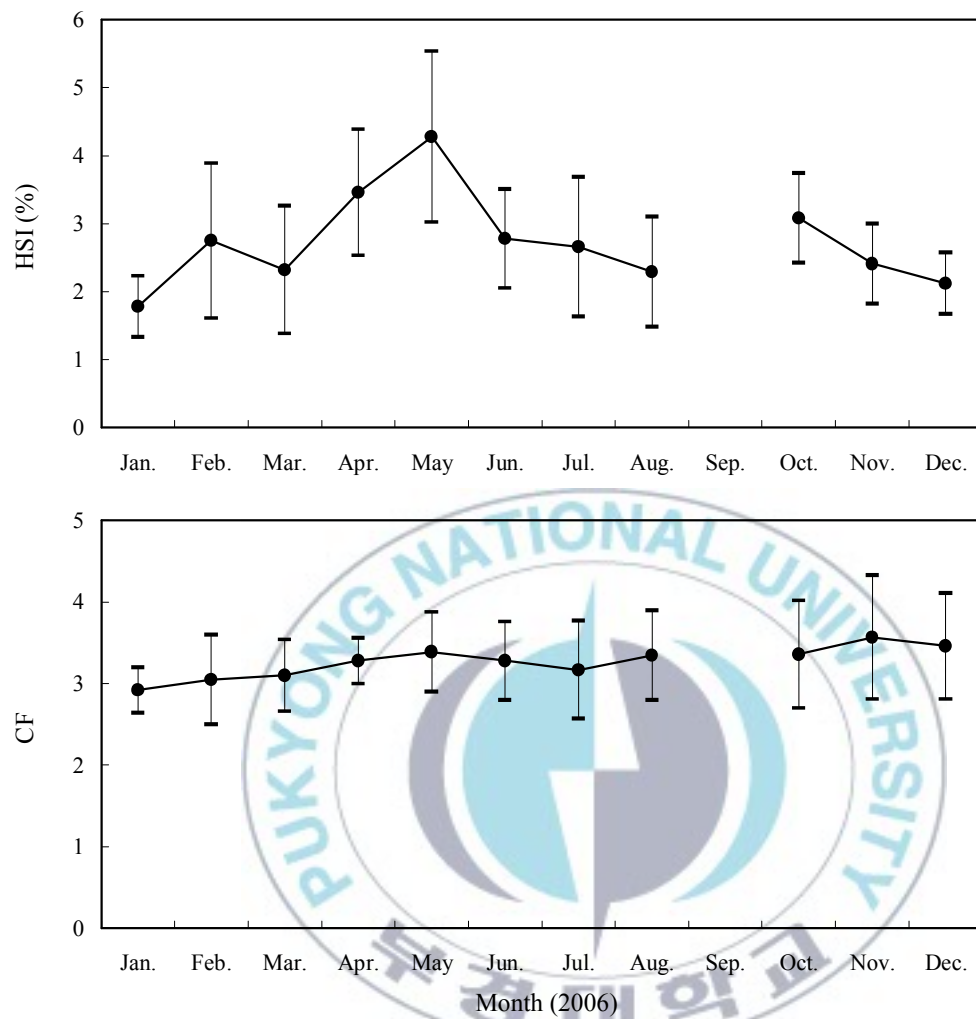


Fig. 53. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female *Coelorinchus multispinulosus* (vertical bar represent standard deviation).

Table 21. Monthly variation in sex ratio of *Coelorrinchus multispinulosus*

Month (2006)	Female (ind.)	Male (ind.)	Total (ind.)	Sex ratio (M/F)
Jan.	43	9	52	0.21
Feb.	28	7	35	0.25
Mar.	24	10	34	0.42
Apr.	14	9	23	0.64
May	14	8	22	0.57
Jun.	21	9	30	0.43
Jul.	47	21	68	0.45
Aug.	16	10	26	0.63
Sep.	1	1	2	1.00
Oct.	11	7	18	0.64
Nov.	33	21	54	0.64
Dec.	21	8	29	0.38
Total	273	120	393	0.44



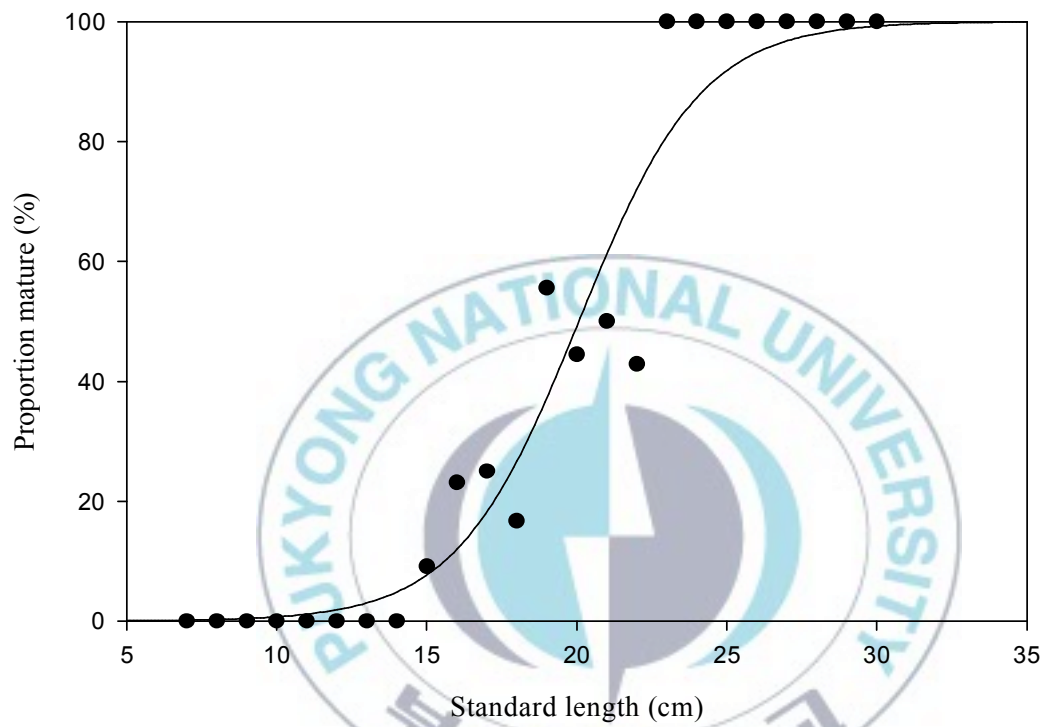


Fig. 54. Relationship between standard length and maturation rate of female *Coelorinchus multispinulosus* during spawning period.

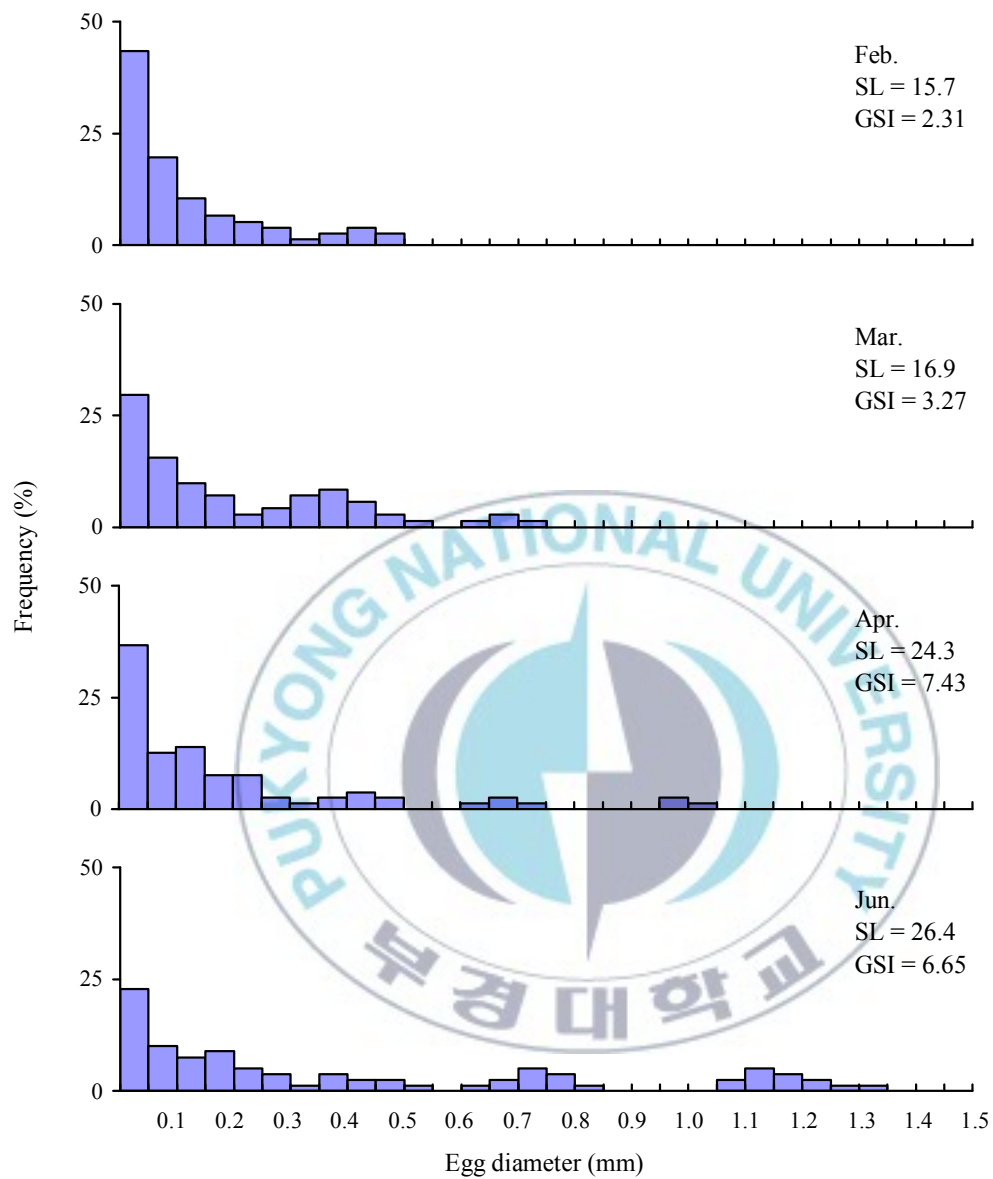


Fig. 55. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of *Coelorinchus multispinulosus* during spawning period.

Table 22. The number of oocytes for OG I,II,III and IV stage of *Coelorinchus multispinulosus*

Size (cm, SL)	GSI	Month	Number of oocytes				Sum	Sum/ OG VI
			OG I	OG II	OG III	OG VI		
20.6	4.46	February	28,847	4,354	544	-	33,746	-
22.7	2.00	February	29,928	14,410	-	-	44,338	-
17.5	2.48	March	11,608	2,048	854	-	14,510	-
24.3	7.43	March	29,134	15,687	5,603	-	50,424	-
28.8	6.77	May	44,642	26,785	13,393	4,464	89,284	20.0
29.3	6.24	May	79,573	25,463	9,549	9,549	124,133	13.0
19.3	6.11	June	14,588	5,470	3,039	-	23,097	-
23.2	5.93	June	22,992	5,306	4,864	5,748	38,910	6.8
24.2	3.63	June	40,285	19,598	2,178	-	62,060	-
26.1	6.65	June	39,530	8,784	1,464	4,392	54,170	12.3
28.2	5.76	June	63,049	30,357	2,335	4,670	100,411	21.5



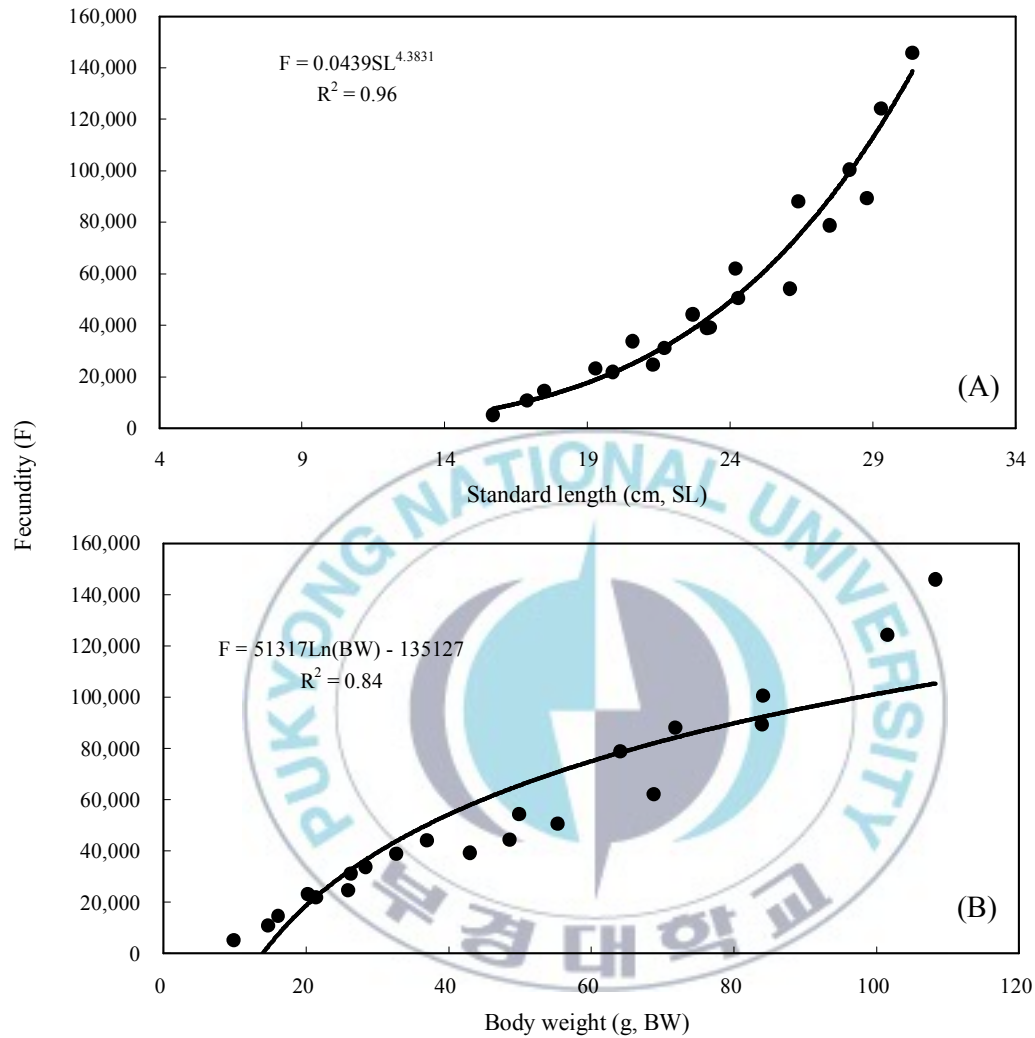


Fig. 56. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of *Coelorinchus multispinulosus*.

4.7 문치가자미(*Limanda yokohamae*)

생식소중량지수(GSI), 간중량지수(HSI), 비만도지수(CF)의 월변동

문치가자미 암컷 GSI의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 57), 1월에 평균 10.53으로 연중 가장 높은 값을 나타내었으며 2월에는 평균 1.18로 급격히 감소하였다. 3월에서 11월까지 0.29~0.49로 연중 낮은 값을 나타내었다. 그리고 12월에 평균 4.41로 그 값이 증가하였다. 문치가자미 수컷 GSI는 1월에 평균 6.04로 연중 가장 높은 값을 나타내었으며 2월에 감소하여 평균 0.81의 값을 나타내었다. 이후 9월까지 0.10~0.29 사이의 낮은 값을 보였다. 그리고 10월에 증가하여 평균 1.54의 값을 보였으며, 12월에는 더 증가하여 평균 2.45의 값을 나타내었다. 이와 같은 GSI의 월변동 양상을 살펴본 결과 문치가자미의 산란기는 12월에서 2월이고 산란성기는 1월임을 알 수 있었다.

문치가자미 암컷 HSI와 CF의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 58), HSI는 1월에 평균 1.26의 값을 나타내었으며 이후 감소하여 3월에 평균 0.95로 연중 가장 낮은 값을 나타내었다. 이후 증가하여 4월에 평균 1.42의 값을 나타내었고 7월에 평균 1.80으로 연중 가장 높은 값을 나타내었다. 7월 이후 그 값을 감소하여 9~12월에 1.10~1.20의 값을 나타내었다. CF는 평균 11.02~13.14로 연중 비슷한 값을 나타내었으며, 12월에 13.14로 가장 높은 값을 나타내었다. 문치가자미의 HSI는 산란기에 비교적 낮은 값을 나타내었고 CF는 산란기 동안 높은 값을 나타내었다.

성비 및 군성숙도

월별 문치가자미의 암컷과 수컷의 성비를 조사해 본 결과(Table 23) 1:0.83로 암컷이 더 많이 출현하여 암·수간 유의한 차이를 보이지 않았다(χ^2 -test, $p>0.05$).

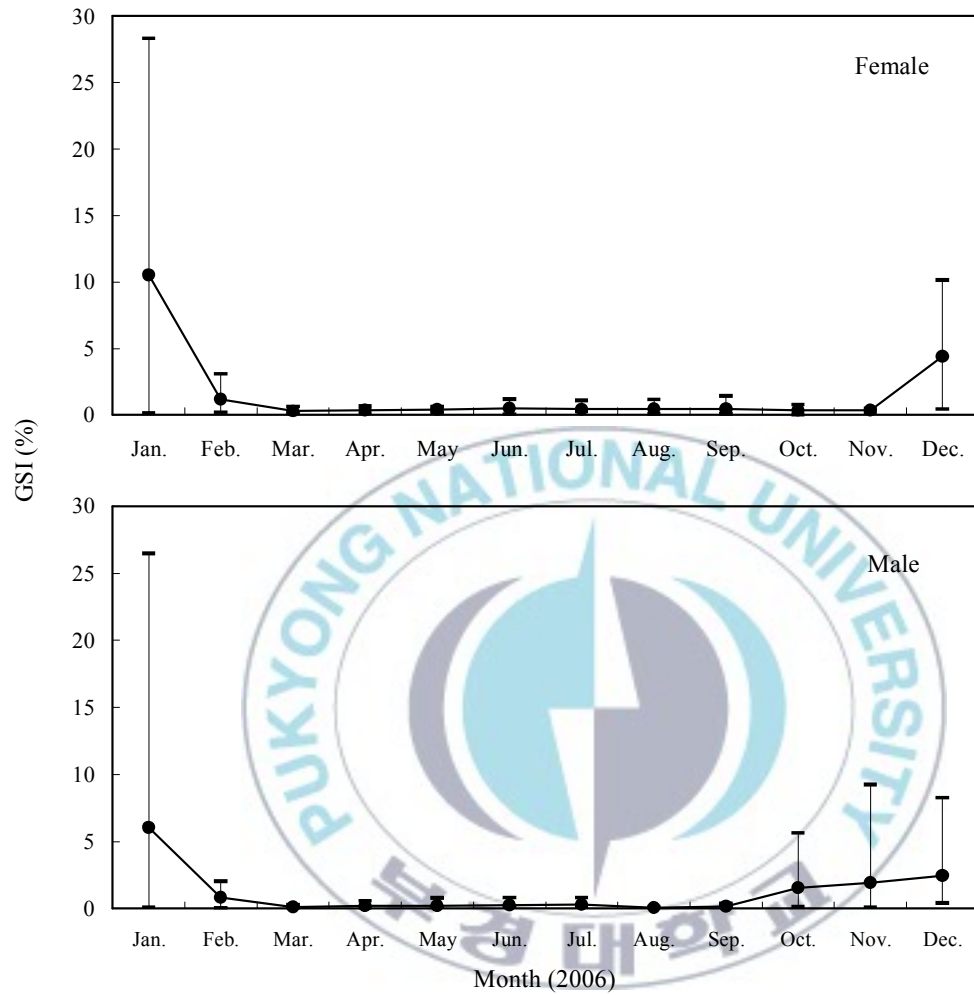


Fig. 57. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of *Limanda yokohamae* (vertical bar range from minimum to maximum value).

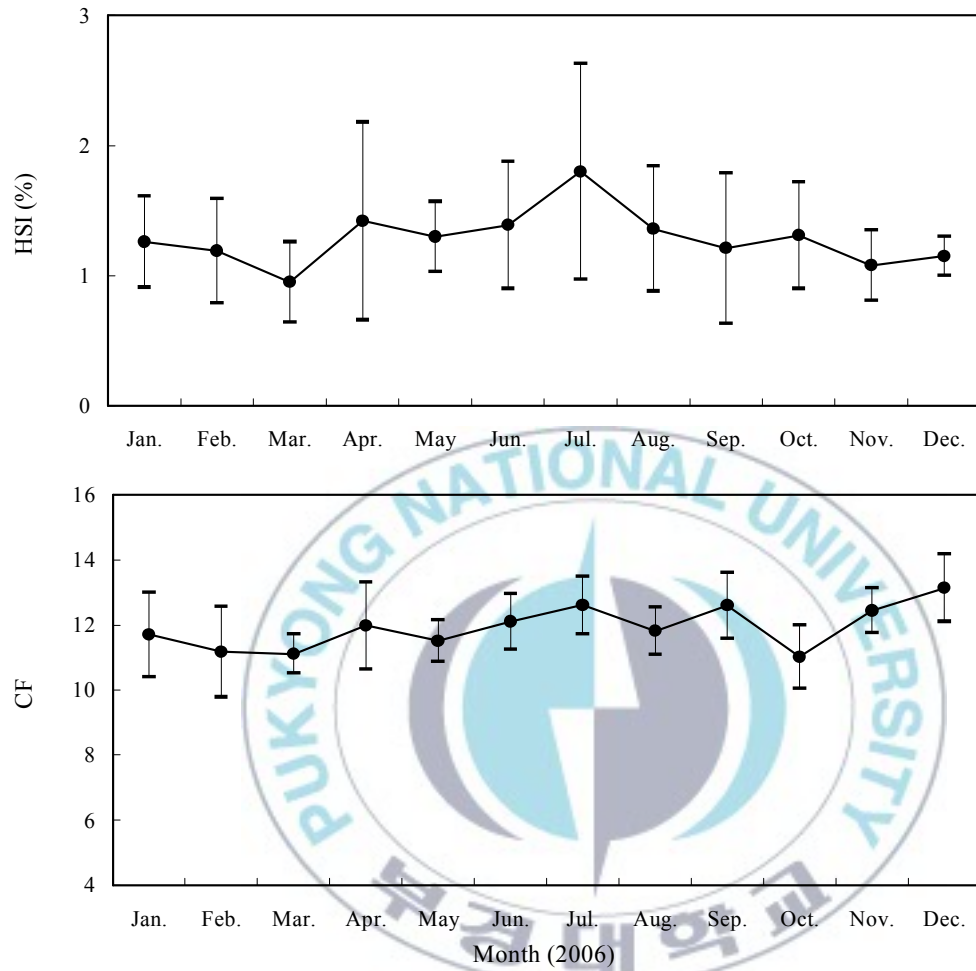


Fig. 58. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female *Limanda yokohamae* (vertical bar represent standard deviation).

Table 23. Monthly variation in sex ratio of *Limanda yokohamae*

Month (2006)	Female (ind.)	Male (ind.)	Total (ind.)	Sex ratio (M/F)
Jan.	16	11	27	0.69
Feb.	12	10	22	0.83
Mar.	22	17	39	0.77
Apr.	10	13	23	1.30
May	21	17	38	0.81
Jun.	10	10	20	1.00
Jul.	5	3	8	0.60
Aug.	14	9	23	0.64
Sep.	15	16	31	1.07
Oct.	8	4	12	0.50
Nov.	11	10	21	0.91
Dec.	11	9	20	0.82
Total	155	129	284	0.83



문치가자미 암컷은 체장 21.6 cm에서 성숙한 개체가 출현하기 시작하였으며, 35.0 cm이상에서는 모든 개체가 성숙한 것으로 나타났다. 50% 군성숙체장은 logistic equation을 통하여 추정한 결과 28.77 cm로 나타났다(Fig. 59).

$$P = \frac{1}{1 + e^{-0.32(SL - 28.77)}}$$

난경 및 포란수

문치가자미 암컷의 산란기 동안 월별 난경조성을 살펴본 결과(Fig. 60), 12월에는 0.0~0.20 mm와 0.25~0.45 mm의 2개의 난경모드를 관찰할 수 있었다. 1월에는 0.0~0.20 mm와 0.45~0.70 mm의 2개의 난경모드가 관찰되었으며, 12월보다 난경의 크기가 커지는 양상을 보였다. 완숙단계의 난은 1월에 관찰되었으며, 0.70 mm의 최대 난경을 나타내었다.

문치가자미의 난경 발달 단계에 따라 2개의 난경 그룹(OG I, 0.0~0.20 mm; OG II, 0.20~0.70 mm)으로 나눠 살펴본 결과(Table 24), OG II는 1월에 관찰되었다. 전체 포란수에 대한 OG II의 수(Sum/OG II)를 살펴보면, 2.1~11.2의 범위를 보여 문치가자미는 산란기 동안 2회 이상 산란함을 알 수 있었다.

산란기동안 문치가자미의 개체당 포란수는 241,934~904,820개의 범위를 보였으며, 평균 포란수는 651,823개 였다. 문치가자미 체중 1g 당 상대포란수는 942~1,482개의 범위, 평균 1,252개를 나타내었다.

체장별 포란수를 살펴보면, 체장 33 cm미만에서는 평균 429,312개, 체장 33~36 cm 크기군에서는 670,704개, 체장 36~40 cm 크기군에서는 784,430개의 난을 포란하여 체장이 증가함에 따라 포란수가 증가하는 경향을 보였다. 산란기간 동안 문치가자미의 표준체장(SL)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 13.879SL^{3.0228}$ ($R^2 = 0.87$)으로 나타났다(Fig. 61A).

체중별 포란수를 살펴보면 체중 400.0g 미만에서는 평균 403,642개, 400.0~

600.0g에서는 685,673개, 600.0g이상에서는 789,069개의 난을 포란하여 체중이 증가함에 따라 포란수 또한 증가하는 경향을 보였다. 산란기동안 문치가자미의 체중(BW)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 408,176 \ln BW - 2E+06$ ($R^2 = 0.84$)으로 나타났다(Fig. 61B).

4.8 전갱이(*Trachurus japonicus*)

생식소중량지수(GSI), 간중량지수(HSI), 비만도지수(CF)의 월변동

전갱이 암컷 GSI의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 62), 5월에 평균 0.71이었던 것이 이후 점점 증가하여 8월에 평균 5.42로 연중 가장 높은 값을 보였다. 이후 그 값이 점점 감소하여 10월에 평균 0.32의 값을 나타내었으며, 1월에 평균 0.08로 연중 가장 낮은 값을 나타내었다. 전갱이 수컷 GSI는 암컷과 비슷한 변화양상을 나타내었는데, 5월에 평균 0.45였던 것이 이후 점점 증가하여 8월에 평균 2.88을 나타내었고 8월 이후 다시 감소하여 10월에 평균 0.16을 나타내었다. 이와 같은 GSI의 월변동 양상을 살펴본 결과 전갱이의 산란기는 8월에서 10월 사이임을 알 수 있었다.

전갱이 암컷 HSI와 CF의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 63), HSI는 7월에 평균 1.71로 연중 가장 높은 값을 보였으며, 11월에 평균 0.89로 연중 가장 낮은 값을 나타내었다. CF는 1월에 평균 11.79이던 값이 이후 점점 증가하여 5월에 평균 15.23의 값을 나타내었다. 5월 이후 점점 감소하여 8월에 평균 13.99의 값을 나타내었다.

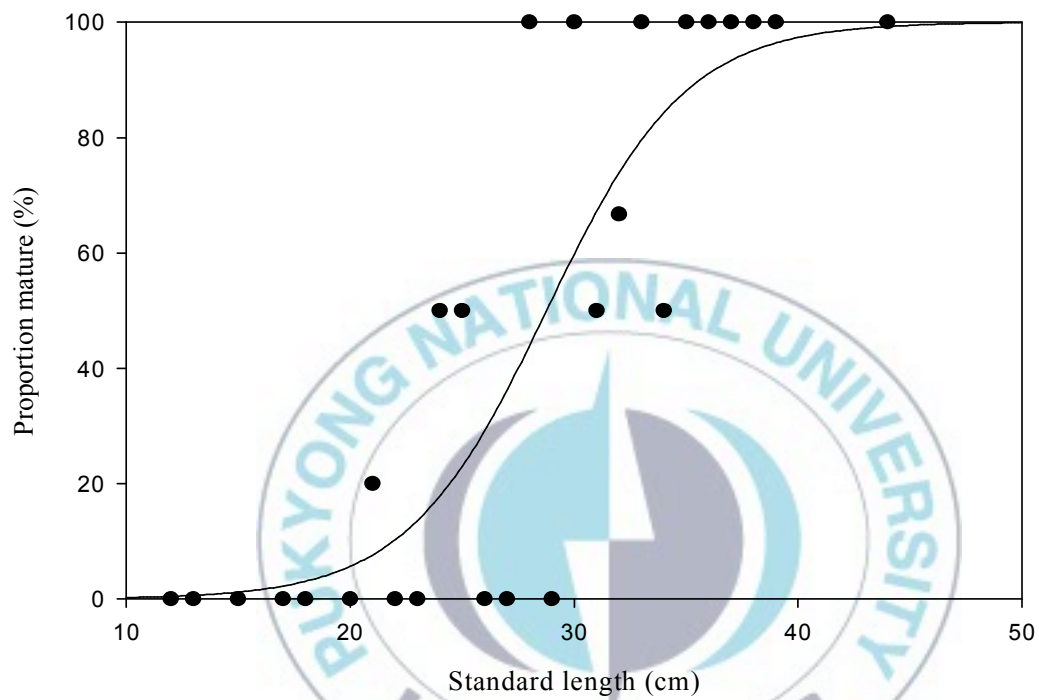


Fig. 59. Relationship between standard length and maturation rate of female *Limanda yokohamae* during spawning period.

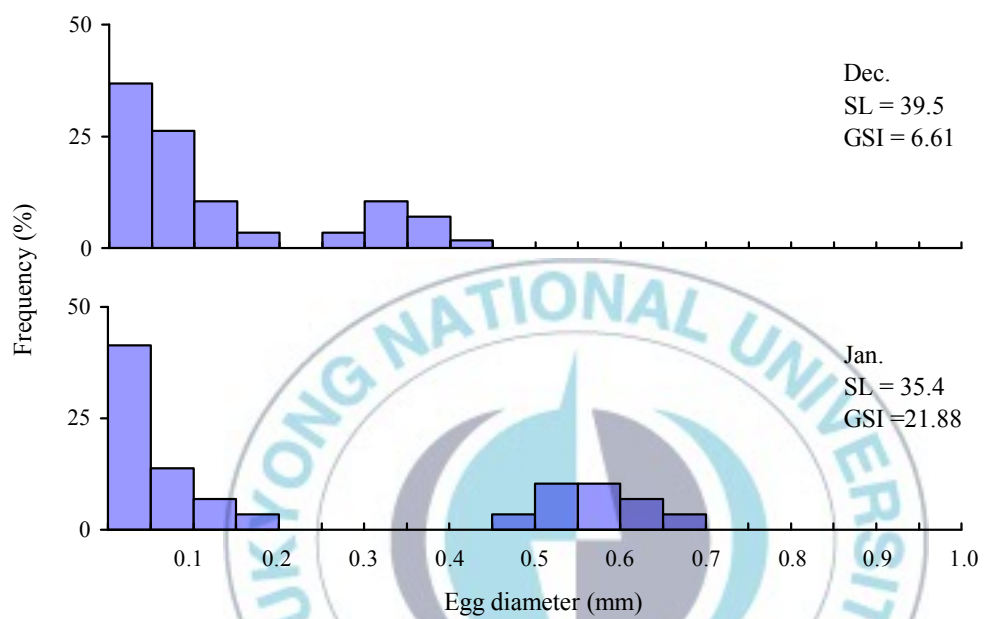


Fig. 60. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of *Limanda yokohamae* during spawning period.

Table 24. The number of oocytes for OG I and II stage of *Limanda yokohamae*

Size (cm, SL)	GSI	Month	Number of oocytes		Sum	Sum/ OG II
			OG I	OG II		
36.1	10.13	December	481,178	87,487	568,665	8.8
39.5	6.61	December	822,151	80,603	902,754	11.2
32.4	6.61	Jaunary	619,215	-	619,215	-
32.5	22.05	Jaunary	362,433	101,481	463,914	4.6
34.5	26.01	Jaunary	475,521	134,581	610,102	4.5
35.2	18.22	Jaunary	325,225	301,134	626,358	2.1
35.4	21.88	Jaunary	588,196	122,541	710,737	5.8
35.8	9.58	Jaunary	889,788	-	889,788	-
36.8	25.34	Jaunary	505,805	155,632	661,437	4.3
37.5	27.13	Jaunary	650,355	205,375	855,730	4.2
37.8	28.31	Jaunary	642,898	261,921	904,820	3.5



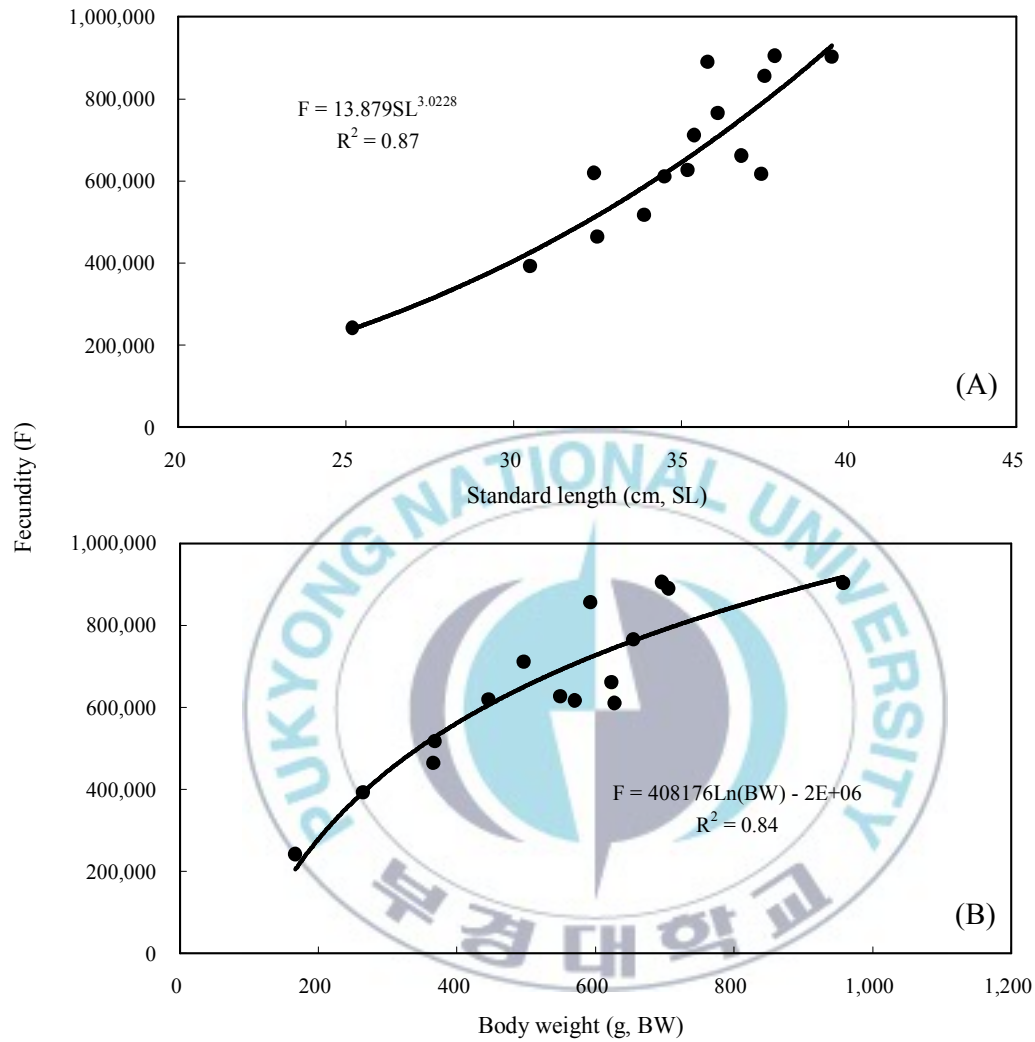


Fig. 61. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of *Limanda yokohamae*.

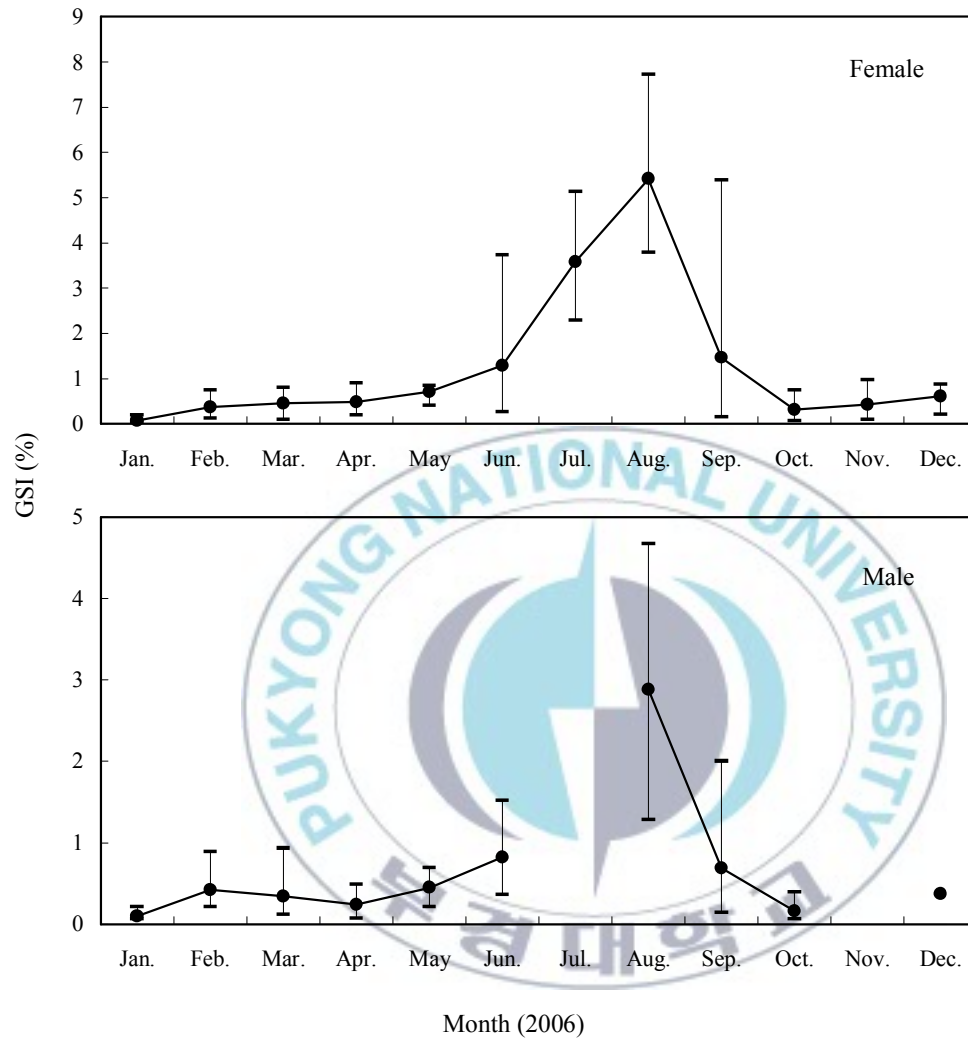


Fig. 62. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of *Trachurus japonicus* (vertical bar range from minimum to maximum value).

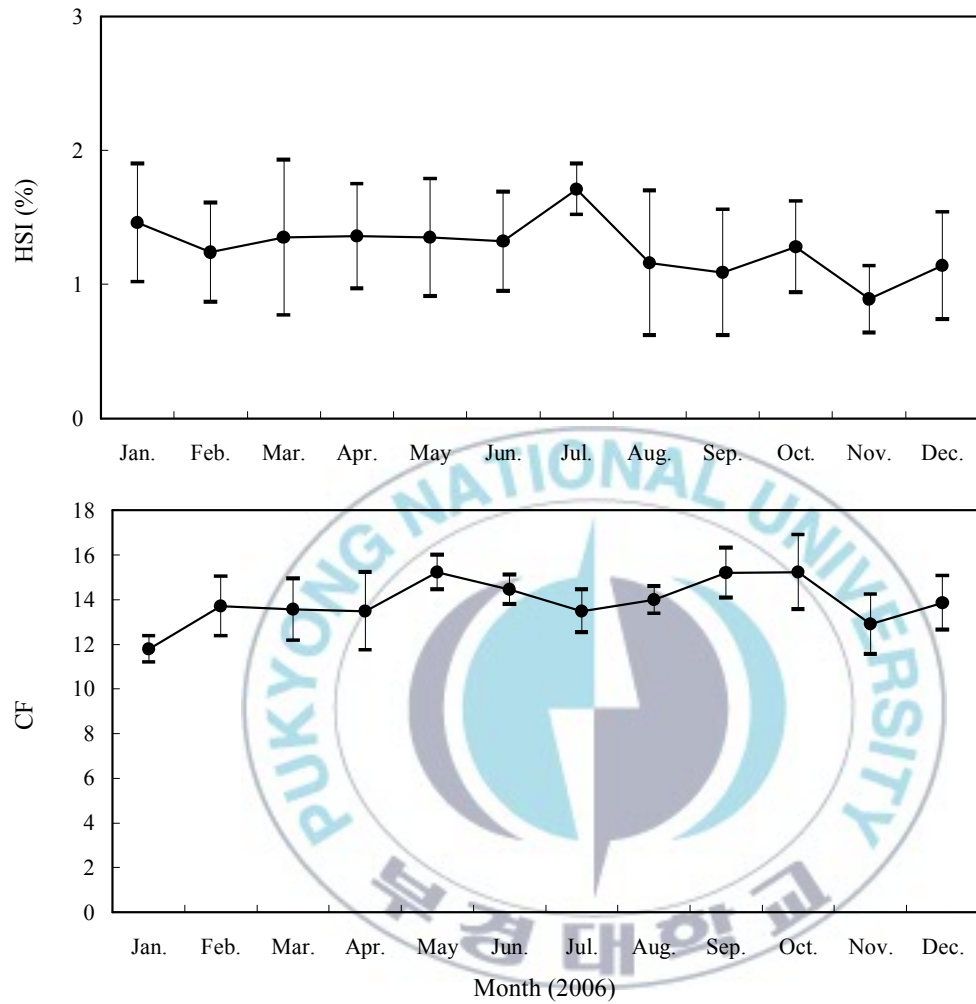


Fig. 63. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female *Trachurus japonicus* (vertical bar represent standard deviation).

성비 및 군성숙도

월별 전갱이 암컷과 수컷의 성비를 조사해 본 결과(Table 25) 1:0.59로 암컷이 수컷보다 더 많이 출현하여 암·수간 유의한 차이를 보였다(χ^2 -test, $p<0.05$). 월별 성비를 살펴보면 대부분 기간에서 암컷이 수컷보다 많이 출현하였다.

전갱이 암컷은 체장 17.7 cm에서 성숙한 개체가 출현하기 시작하였으며, 21.0 cm 이상에서는 모든 개체가 성숙한 것으로 나타났다. 50% 군성숙체장은 logistic equation을 통하여 추정된 결과 18.42 cm로 나타났다(Fig. 64).

$$P = \frac{1}{1 + e^{-0.85(SL - 18.42)}}$$

난경 및 포란수

전갱이 암컷의 월별 난경조성을 살펴본 결과(Fig. 65), 6월에는 0.0~0.20 mm와 0.20~0.35 mm의 2개의 난경모드를 관찰할 수 있었다. 7월에는 0.0~0.25 mm와 0.25~0.50 mm의 2개의 난경모드가 관찰되었으며, 6월보다 난경의 크기가 커지는 양상을 보였다. 8월에는 0.0~0.20 mm와 0.30~0.70 mm의 2개의 난경모드가 관찰되었다. 6월에 0.35~0.50 mm의 성숙난의 크기가 커지는 양상을 나타냈으며, 8월과 9월에 0.70 mm의 최대 난경을 나타내었다. 전갱이는 중숙단계의 난을 8월과 9월에 관찰할 수 있었다.

전갱이의 난경 발단 단계에 따라 2개의 난경 그룹(OG I, 0.0~0.30 mm; OG II, 0.30~0.70 mm)으로 나눠 살펴본 결과(Table 26), OG II는 8월과 9월에 관찰되었다. 전체 포란수에 대한 OG II의 수(Sum/OG II)를 살펴보면, 3.0~9.4의 범위를 보여 전갱이는 산란기 동안 2회 이상 산란함을 알 수 있었다.

산란기동안 전갱이의 개체당 포란수는 49,282~293,823개의 범위를 보였으며, 평균 포란수는 150,609개 였다. 전갱이 체중 1g 당 상대포란수는 421~1,083개의 범위, 평균 769개를 나타내었다.

체장별 포란수를 살펴보면, 체장 20 cm미만에서는 평균 53,232개, 체장 20~22 cm 크기군에서는 87,039개, 체장 22~25 cm 크기군에서는 181,129개, 체장 25 cm 이상에서는 233,168개의 난을 포란하여 체장이 증가함에 따라 포란수가 증가하는 경향을 보였다. 전갱이의 표준체장(SL)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 0.1334SL^{4.4333}$ ($R^2 = 0.91$)으로 나타났다(Fig. 66A).

체중별 포란수를 살펴보면 체중 130.0g이하에서는 평균 66,174개, 130.0~200.0g 에서는 112,581개, 200.0~240.0g에서는 212,063개, 240.0g이상에서는 231,953개의 난을 포란하여 체중이 증가함에 따라 포란수 또한 증가하는 경향을 보였다. 전갱이의 체중(BW)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 200,081\ln BW - 881,676$ ($R^2 = 0.86$) 으로 나타났다(Fig. 66B).

4.9 청어(*Clupea pallasii*)

생식소중량지수(GSI), 간중량지수(HSI), 비만도지수(CF)의 월변동

청어 암컷 GSI의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 67), 1월에 평균 23.20으로 연중 가장 높은 값을 나타내었고, 2월에 급격히 감소하여 평균 3.59의 값을 나타내었다. 그 이후 0.32~0.88로 연중 낮은 값을 보였다. 청어 수컷 GSI는 1월에 평균 19.11로 연중 가장 높은 값을 나타내었고 그 외에는 연중 큰 변동없이 0.24~0.81로 연중 낮은 값을 나타내었다(그림 33). 이와 같은 GSI의 월변동 양상을 살펴본 결과 청어의 산란기는 1~3월로 판단된다.

청어 암컷 HSI와 CF의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 68), HSI는 1월에 평균 0.70로 연중 가장 낮은 값을 보였으며, 이후 그 값이 증가하여 3월에 연중 가장 높은 1.87의 값을 나타내었다. CF는 1월에 평균 8.77이던 값이 이후 점점 증가하여 5월에 증가하여 평균 10.27의 값을 나타내었다. 5월 이후 점점 감소하여 12월에 7.53으로 연중 가장 낮은 값을 나타내었다. 청어의 HSI와 CF는 성숙한 개체가 동계철에만 출현하여 경향성을 설명하기 힘들었다.

Table 25. Monthly variation in sex ratio of *Trachurus japonicus*

Month (2006)	Female (ind.)	Male (ind.)	Total (ind.)	Sex ratio (M/F)
Jan.	2	6	221	3.00
Feb.	45	29	74	0.64
Mar.	233	187	420	0.80
Apr.	196	126	322	0.64
May	7	2	173	0.29
Jun.	10	5	15	0.50
Jul.	3	-	3	-
Aug.	9	10	19	1.11
Sep.	33	23	56	0.70
Oct.	16	7	23	0.44
Nov.	110	59	169	0.54
Dec.	3135	1702	4837	0.54
Total	3799	2156	6332	0.57



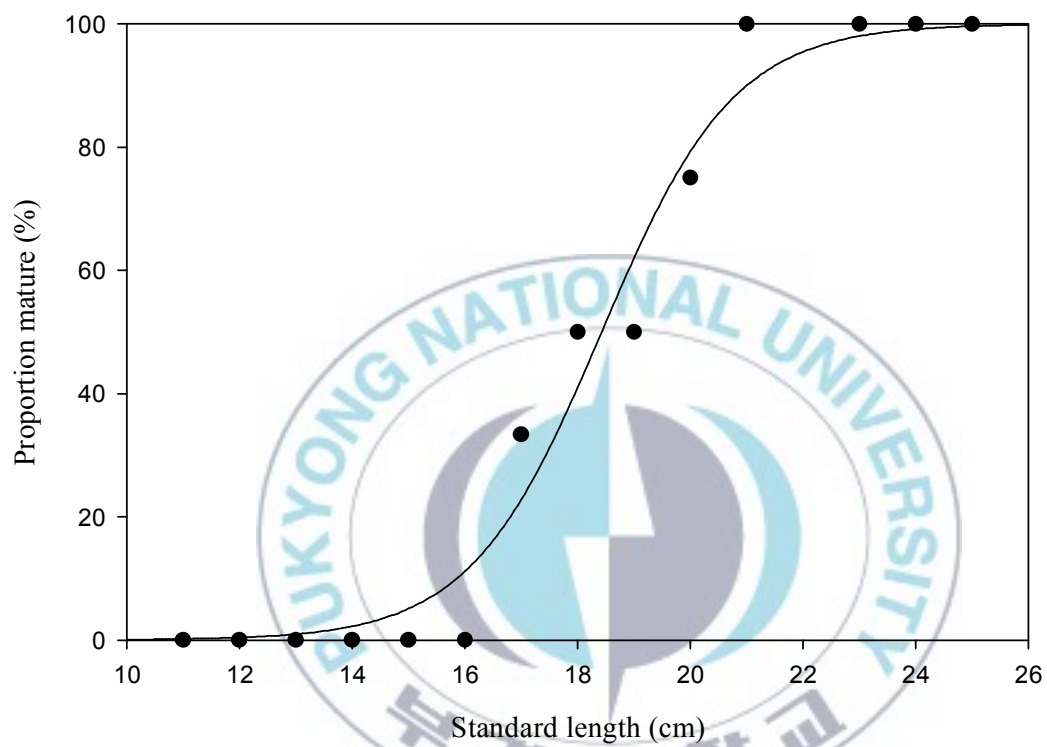


Fig. 64. Relationship between standard length and maturation rate of female *Trachurus japonicus* during the spawning period.

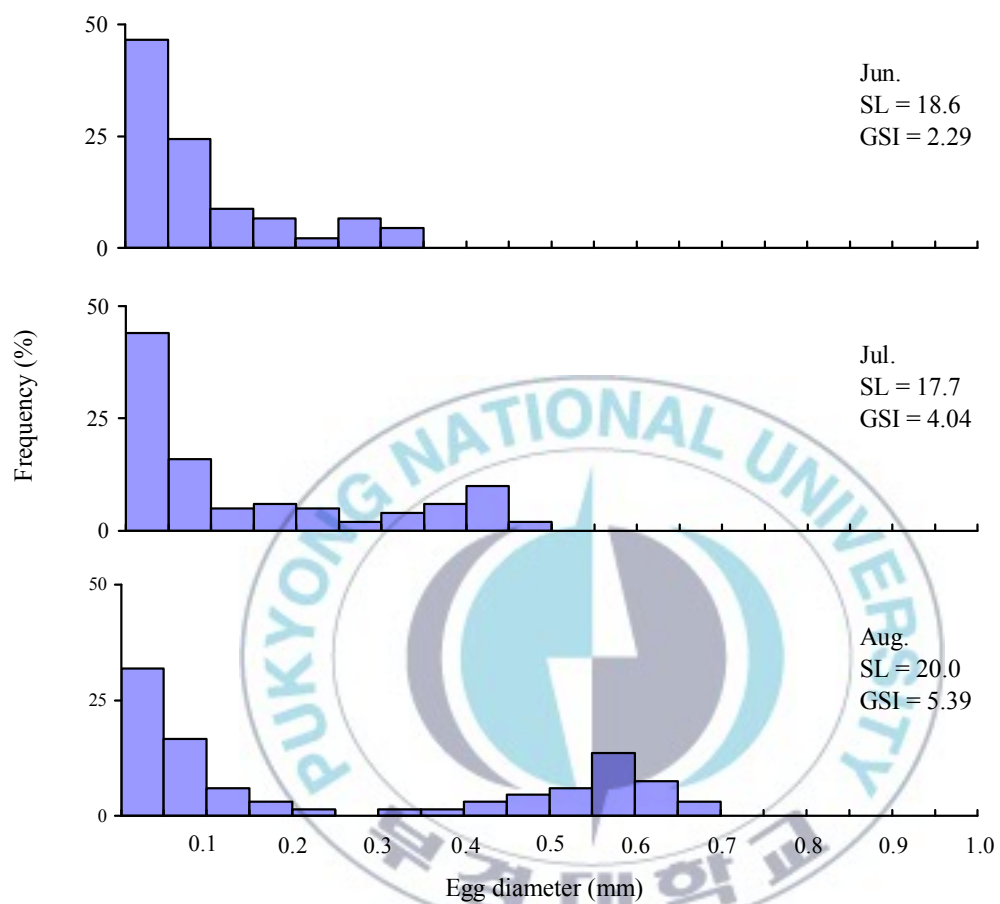


Fig. 65. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of *Trachurus japonicus* during spawning period.

Table 26. The number of oocytes for OG I and II stage of *Trachurus japonicus*

Size (cm, SL)	GSI	Month	Number of oocytes		Sum	Sum/ OG II
			OG I	OG II		
18.6	2.29	July	49,282	-	49,282	-
17.7	4.04	July	161,134	33,923	195,057	5.8
20.0	2.84	July	67,719	7,524	75,243	10.0
24.2	4.55	August	161,134	33,923	195,057	5.8
25.2	7.72	August	159,527	50,582	210,109	4.2
25.4	3.79	August	179,677	12,251	191,928	15.7
25.5	4.96	August	198,921	37,890	236,811	6.3
19.2	2.70	September	49,213	3,281	52,494	16.0
20.0	5.39	September	88,732	16,268	105,000	6.5



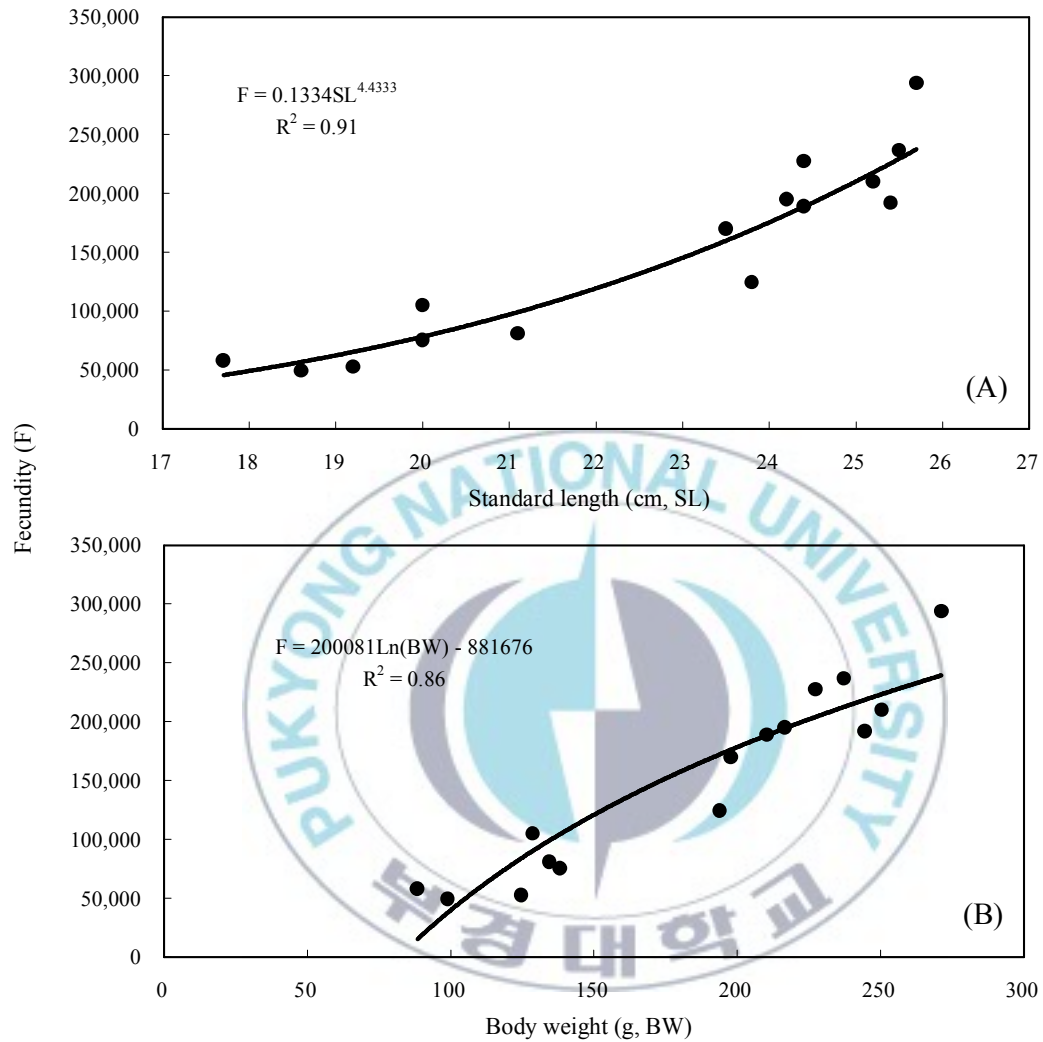


Fig. 66. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of *Trachurus japonicus*.

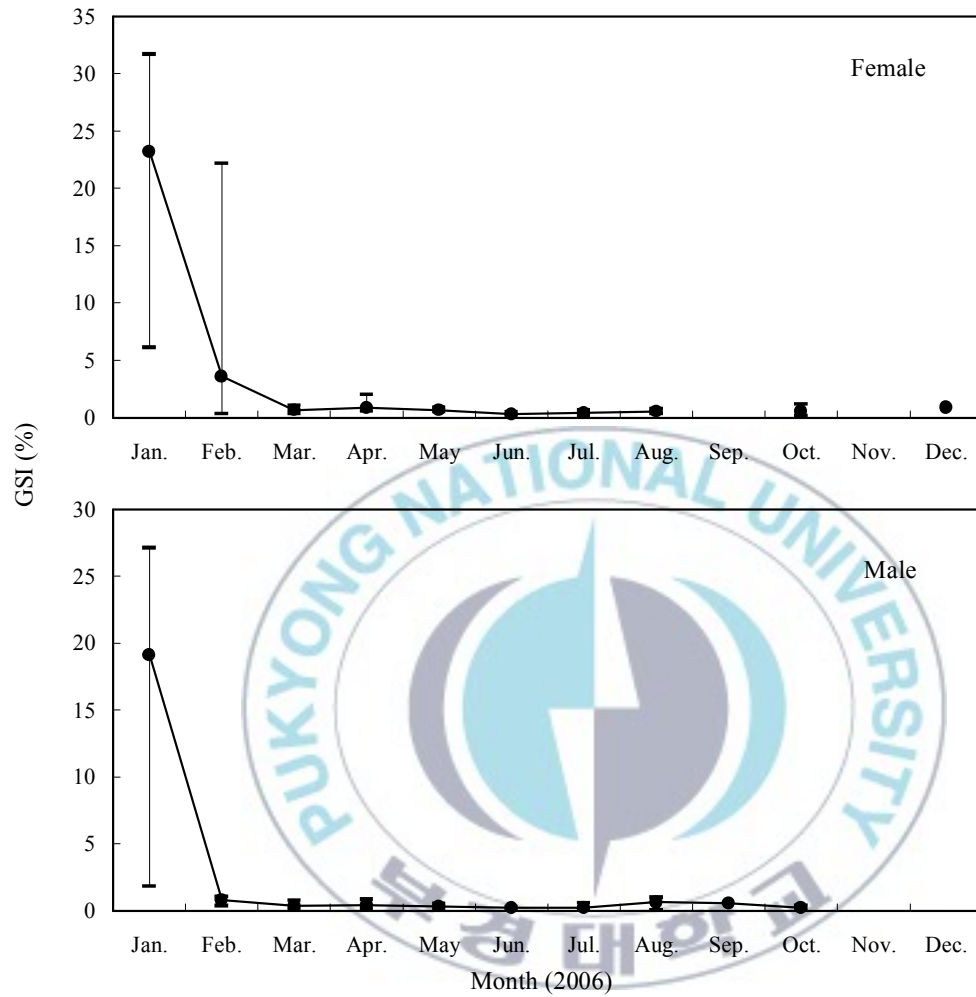


Fig. 67. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of *Clupea pallasii* (vertical bar range from minimum to maximum value).

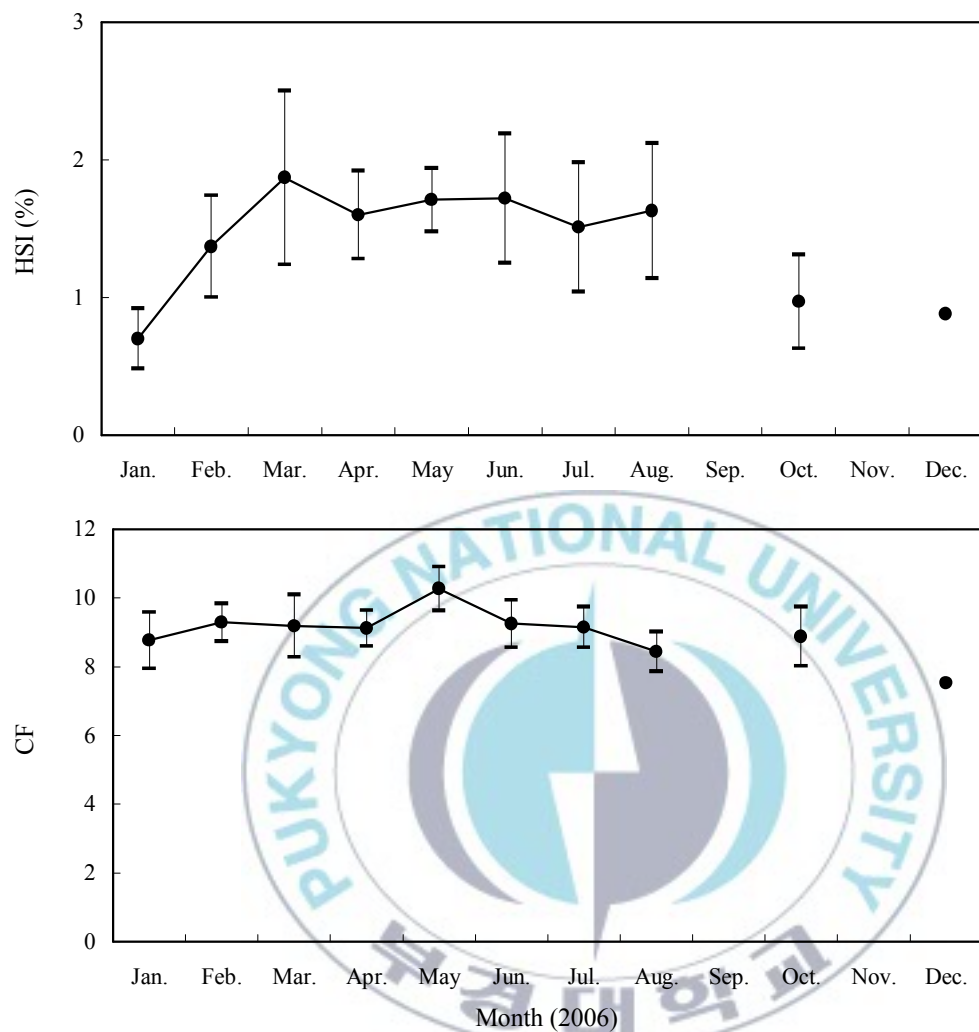


Fig. 68. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female *Clupea pallasii* (vertical bar represent standard deviation).

성비 및 군성속도

월별 청어 암컷과 수컷의 성비를 조사해 본 결과(Table 27) 1:0.90로 암·수 간 유의한 차이를 보이지 않았다(χ^2 -test, $p>0.05$).

청어 암컷은 체장 20.6 cm에서 성숙한 개체가 출현하기 시작하였으며, 23.0 cm이상에서는 모든 개체가 성숙한 것으로 나타났다. 50% 군성속체장은 logistic equation을 통하여 추정된 결과 19.04 cm로 나타났다(Fig. 69). 그러나 청어의 경우 동계에 비슷한 체장의 성숙한 개체가 무리를 지어 출현하였고, 출현한 개체도 적어서 정확한 군성속 체장을 구하기 힘들었다.

$$P = \frac{1}{1 + e^{-6.22(SL - 19.04)}}$$

난경 및 포란수

청어 암컷의 월별 난경조성을 살펴본 결과(Fig. 70), 1월에는 2종류의 난경 분포를 보였는데, 0.0~0.20 mm와 0.50~0.80 mm, 0.0~0.25 mm와 1.20~1.50 mm의 2개의 난경모드를 관찰할 수 있었다. 2월에는 0.0~0.25 mm와 1.00~1.45 mm의 2개의 난경모드가 관찰되었으며, 1월의 작은 난경모드 보다 난경의 크기가 커지는 양상을 보였다. 청어는 완숙단계의 난이 1월과 2월에 관찰되었고 1.50 mm의 최대 난경을 나타내었다.

청어의 난경 발단 단계에 따라 3개의 난경 그룹(OG I, 0.0~0.25 mm; OG II, 0.25~0.80 mm; OGIII, 0.80~1.50 mm)으로 나눠 살펴본 결과(Table 28), OGIII는 1월과 2월에 관찰되었다. 전체 포란수에 대한 OGIII의 수(Sum/OG III)를 살펴보면, 2.1~2.3의 범위를 보여 청어는 산란기 동안 2회 이상 산란함을 알 수 있었다.

산란기동안 청어의 개체당 포란수는 21,108~90,434개의 범위를 보였으며, 평균 포란수는 53,690개 었다. 청어 체중 1g 당 상대포란수는 230~447개의 범위, 평균 324개를 나타내었다.

체장별 포란수를 살펴보면, 체장 23 cm미만에서는 평균 30,481개, 체장 23~24 cm 크기군에서는 38,018개, 체장 24~25 cm 크기군에서는 59,422개, 체장 25 cm 이상에서는 71,460개의 난을 포란하여 체장이 증가함에 따라 포란수가 증가하는 경향을 보였다. 청어의 표준체장(SL)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 0.0021SL^{5.3479}$ ($R^2 = 0.78$)으로 나타났다(Fig. 71A).

체중별 포란수를 살펴보면 체중 160.0g미만에서는 평균 35,003개, 160.0~190.0g에서는 57,951개, 190.0g이상에서는 74,893개의 난을 포란하여 체중이 증가함에 따라 포란수 또한 증가하는 경향을 보였다. 청어의 체중(BW)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 68,774\ln BW - 294,959$ ($R^2 = 0.70$) 으로 나타났다(Fig. 71B).

4.10 멸치(*Engraulis japonicus*)

생식소중량지수(GSI), 간중량지수(HSI), 비만도지수(CF)의 월변동

멸치 암컷 GSI의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 72), 3월에 평균 0.84의 값을 보이던 것이 4월에 크게 증가하여 평균 3.72의 값을 나타내었고 5월에 평균 5.86으로 연중 가장 높은 값을 나타내었다. 8월 까지 높은 값을 유지하다가 9월 이후 감소하여 10월에 0.93의 값을 나타내었다. 멸치 수컷 GSI는 3월에 평균 0.66이던 것이 4월에 크게 증가하여 평균 4.18의 값을 나타내었고 5월에 평균 5.58로 연중 가장 높은 값을 나타내었다. 5월 이후 그 값은 점점 감소하여 9월에 평균 1.53의 값을 나타내었다. 이와 같은 GSI의 월변동 양상을 살펴본 결과 멸치의 산란기는 6월 전후로 판단된다.

Table 27. Monthly variation in sex ratio of *Clupea pallasii*

Month (2006)	Female (ind.)	Male (ind.)	Total (ind.)	Sex ratio (M/F)
Jan.	13	16	29	1.23
Feb.	49	43	92	0.88
Mar.	8	7	15	0.88
Apr.	22	21	43	0.95
May	11	16	27	1.45
Jun.	1502	1312	2814	0.87
Jul.	122	106	228	0.87
Aug.	379	382	761	1.01
Sep.	-	1	-	-
Oct.	7	6	13	0.86
Nov.	-	-	-	-
Dec.	1	-	-	-
Total	2114	1910	4022	0.90



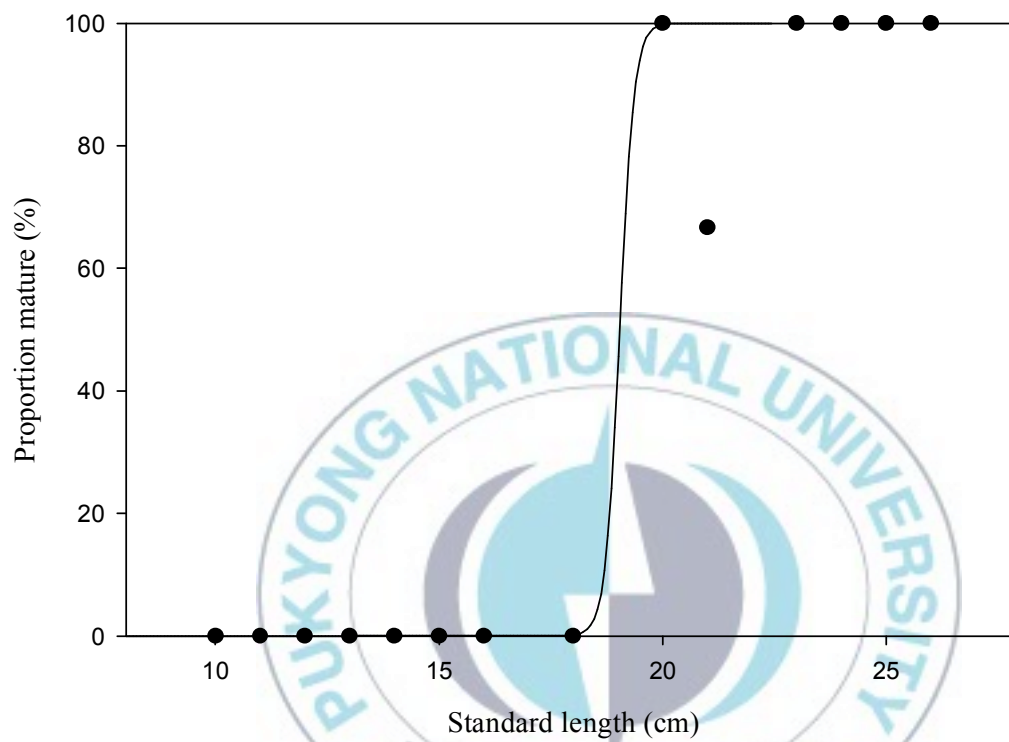


Fig. 69. Relationship between standard length and maturation rate of female *Clupea pallasii* during spawning period.

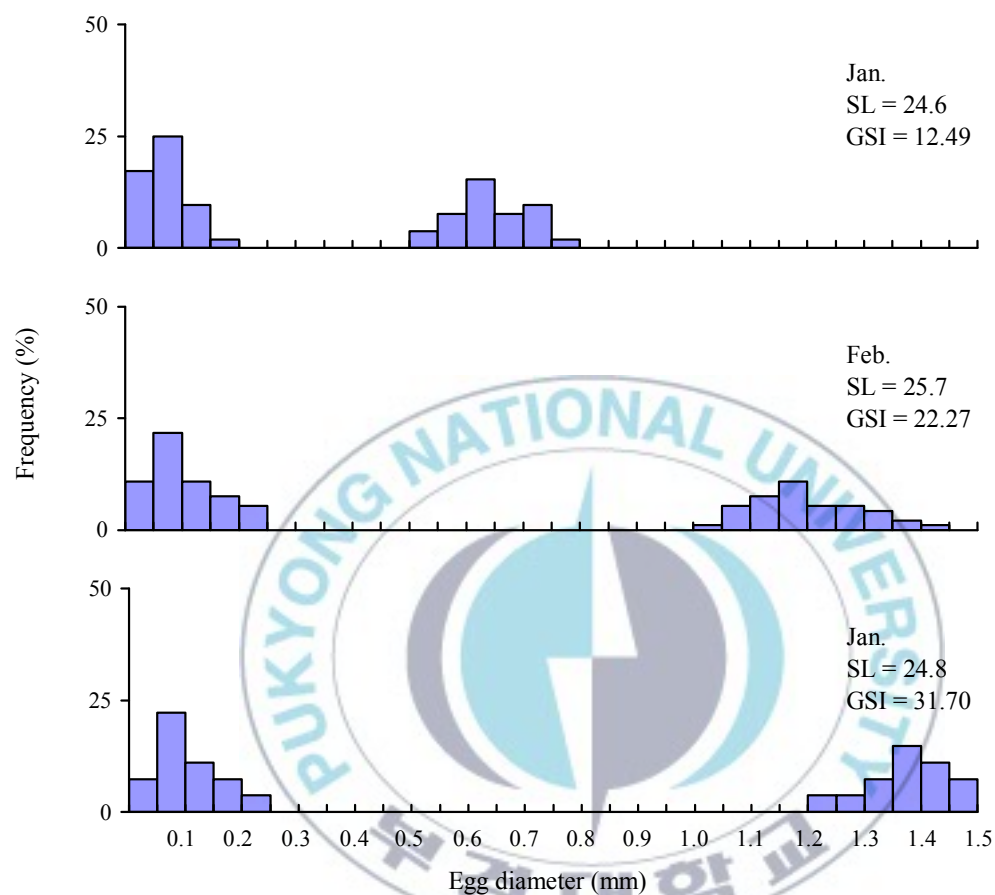


Fig. 70. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of *Clupea pallasii* during spawning period.

Table 28. The number of oocytes for OG I,II and III stage of *Clupea pallasii*

Size (cm SL)	GSI	Month	Number of oocytes			Sum	Sum/ OGIII
			OG I	OG II	OGIII		
23.5	25.18	January	22,824	-	21,737	44,562	2.1
23.5	27.01	January	20,367	-	18,858	39,225	2.1
24.3	26.11	January	31,292	-	26,478	57,770	2.2
24.4	21.62	January	27,946	-	26,549	54,495	2.1
24.6	12.49	January	20,366	22,218	-	42,584	-
24.8	22.57	January	35,572	-	29,643	65,216	2.2
24.8	31.70	January	39,341	-	36,531	75,872	2.1
25.2	24.75	January	28,480	-	24,411	52,891	2.2
20.6	19.76	February	11,665	-	9,443	21,108	2.2
21.7	22.17	February	22,527	-	17,328	39,855	2.3
23.0	26.08	February	31,404	-	25,423	56,827	2.2



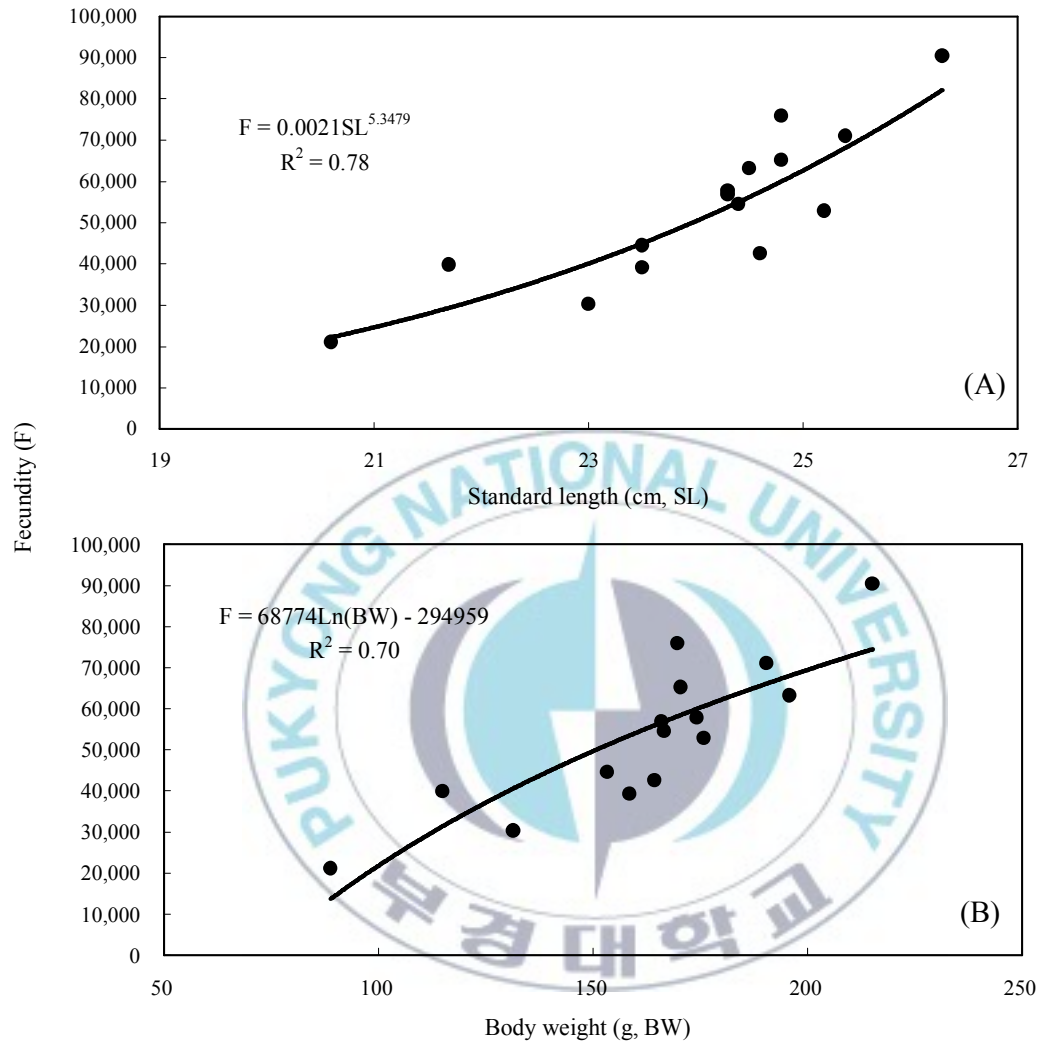


Fig. 71. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of *Clupea pallasii*.

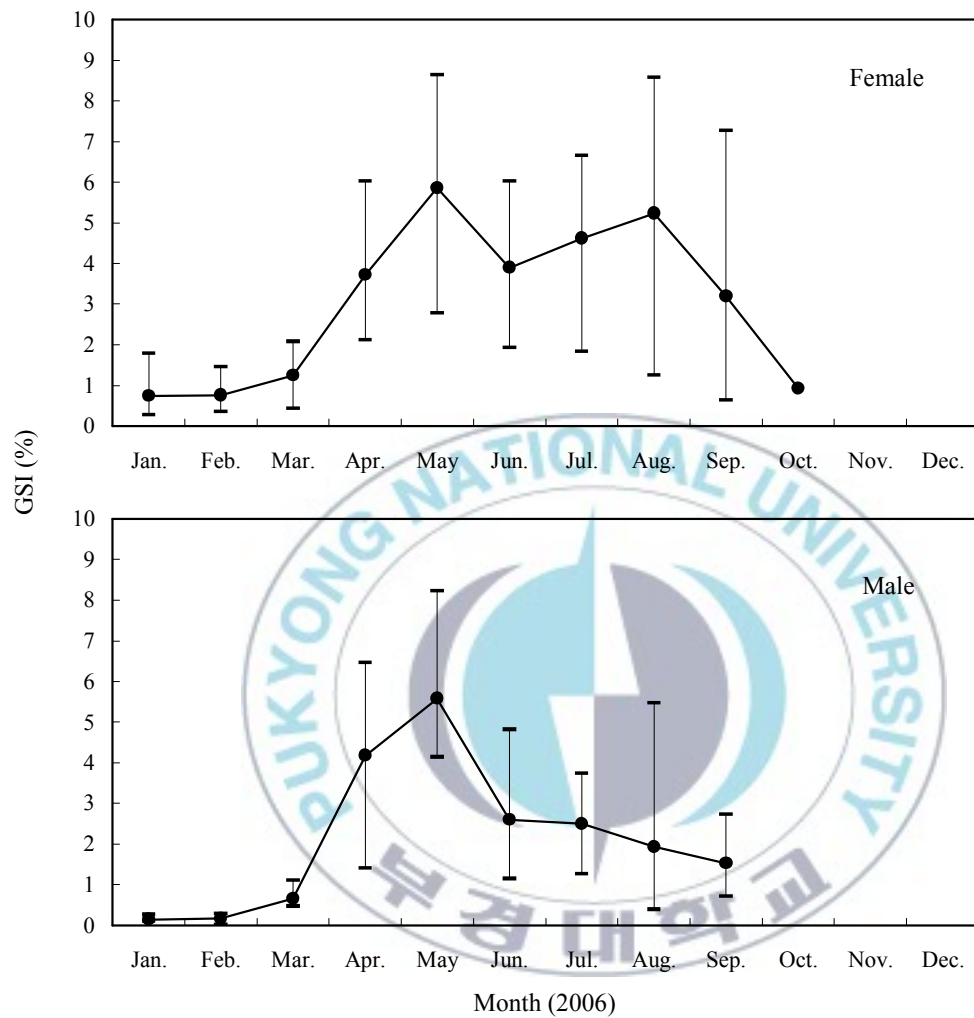


Fig. 72. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of *Engraulis japonicus* (vertical bar range from minimum to maximum value).

멸치 암컷 HSI와 CF의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 73), HSI는 2월에 평균 0.82의 값을 나타내던 것이 3월에 증가하여 평균 1.44의 값을 나타내었고 10월 까지 1.28~1.77의 높은 값을 나타내었다. CF는 1월에 평균 6.49의 값을 나타내었고 이후 점점 증가하여 5월에 평균 9.19로 연중 가장 높은 값을 나타내었다. 이후 점점 감소하여 8월에 평균 8.11의 값을 나타내었다. 멸치의 HSI와 CF는 산란기 동안 높은 값을 나타내었다.

성비 및 군성속도

월별 멸치 암컷과 수컷의 성비를 조사해 본 결과(Table 29) 1:1.01로 암·수 간 유의한 차이를 보이지 않았다(χ^2 -test, $p>0.05$).

멸치 암컷은 체장 8.7 cm에서 성숙한 개체가 출현하기 시작하였으며, 11.0 cm이상에서는 모든 개체가 성숙한 것으로 나타났다. 50% 군성속체장은 logistic equation을 통하여 추정된 결과 8.79 cm로 나타났다(Fig. 74).

$$P = \frac{1}{1 + e^{-3.32(SL - 8.79)}}$$

난경 및 포란수

멸치 성숙난을 조사한 결과 멸치난은 타원형으로 발달하여 난경분포 조사를 위하여 최장축을 난경으로 측정하였다. 멸치 암컷의 월별 난경조성을 살펴본 결과(Fig. 75), 4월에는 0.0~0.25 mm의 1개의 난경모드를 관찰할 수 있었다. 5월에는 0.0~0.20 mm, 0.20~0.35 mm, 0.40~0.55 mm의 3개의 난경모드가 관찰되었으며, 4월보다 난경의 크기가 커지는 양상을 보였다. 8월에는 0.0~0.15 mm, 0.15~0.35 mm, 0.40~0.60 mm, 0.60~0.90 mm의 4개의 난경모드가 관찰되었다. 완숙단계의 난은 5월에서 8월까지 관찰할 수 있었으며, 이 시기에 0.90 mm의 최대 난경을 나타내었다.

멸치의 난경 발달 단계에 따라 3개의 난경 그룹(OG I, 0.0~0.15 mm; OG

Ⅱ, 0.15~0.35 mm; OGⅢ, 0.35~0.75 mm)으로 나눠 살펴본 결과(Table 30), OGⅢ는 5월에서 8월까지 관찰되었다. 전체 포란수에 대한 OGⅢ의 수 (Sum/OGⅢ)를 살펴보면, 7.9~40.0의 범위를 보여 멸치는 산란기 동안 2회 이상 산란함을 알 수 있었다.

산란기동안 멸치의 개체당 포란수는 13,800~83,636개의 범위를 보였으며, 평균 포란수는 64,911개 었다. 멸치 체중 1g 당 상대포란수는 2,133~5,116개의 범위, 평균 3,644개를 나타내었다.

체장별 포란수를 살펴보면, 체장 10 cm미만에서는 평균 25,099개, 체장 10~11 cm 크기군에서는 40,964개, 체장 11~12 cm 크기군에서는 47,309개, 체장 12 cm 이상에서는 65,371개의 난을 포란하여 체장이 증가함에 따라 포란수가 증가하는 경향을 보였다. 멸치의 표준체장(SL)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 7.1196SL^{3.622}$ ($R^2 = 0.79$)으로 나타났다(Fig. 76A).

체중별 포란수를 살펴보면 체중 9.0g미만에서는 평균 25,573개, 9.0~11.0g에서는 39,759개, 11.0~13.0g에서는 41,821개, 13.0g이상에서는 60,369개의 난을 포란하여 체중이 증가함에 따라 포란수 또한 증가하는 경향을 보였다. 멸치의 체중(BW)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 52,004\ln BW - 81,742$ ($R^2 = 0.79$)으로 나타났다(Fig. 76B).

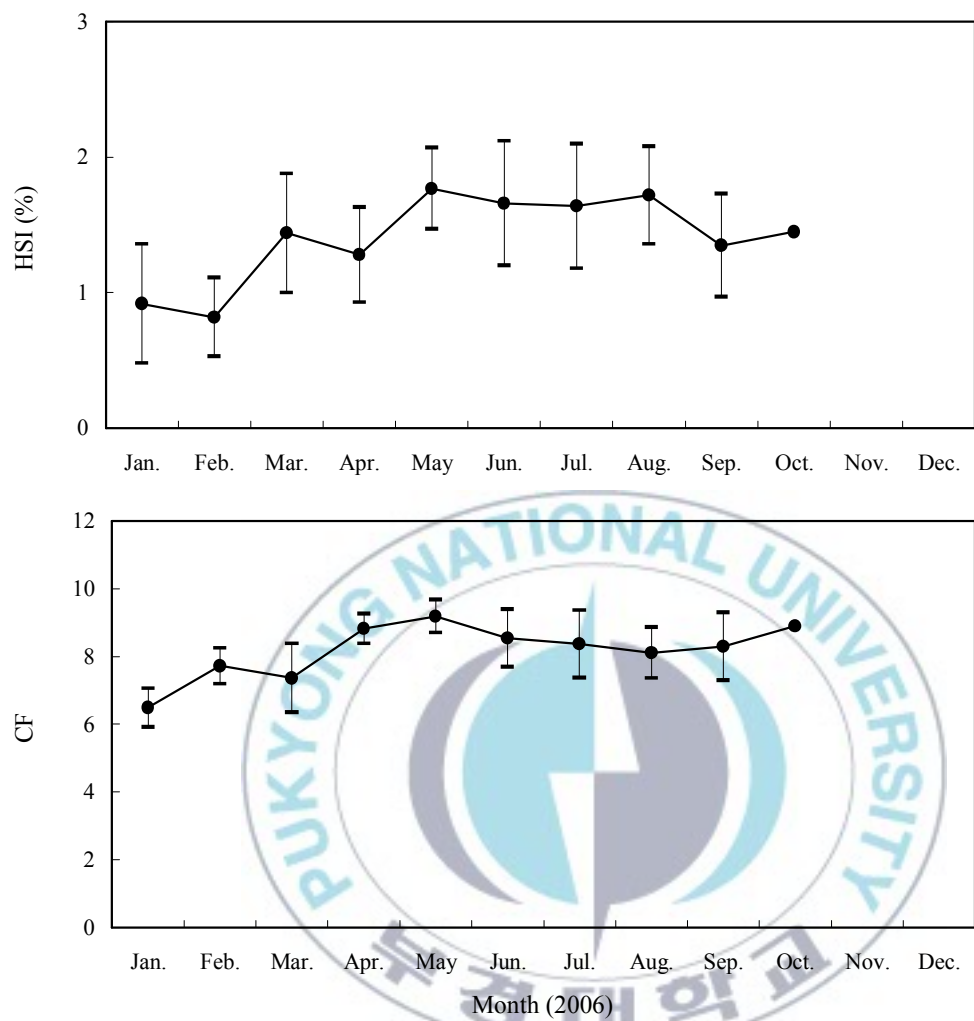


Fig. 73. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female *Engraulis japonicus* (vertical bar represent standard deviation).

Table 29. Monthly variation in sex ratio of *Engraulis japonicus*

Month (2006)	Female (ind.)	Male (ind.)	Total (ind.)	Sex ratio (M/F)
Jan.	29	20	59	0.69
Feb.	18	11	29	0.61
Mar.	13	16	29	1.23
Apr.	45	43	88	0.96
May	12	18	30	1.50
Jun.	4	6	10	1.50
Jul.	3	3	6	1.00
Aug.	248	261	509	1.05
Sep.	5	5	10	1.00
Oct.	1	-	1	-
Nov.	-	-	-	-
Dec.	-	-	-	-
Total	378	383	771	1.01



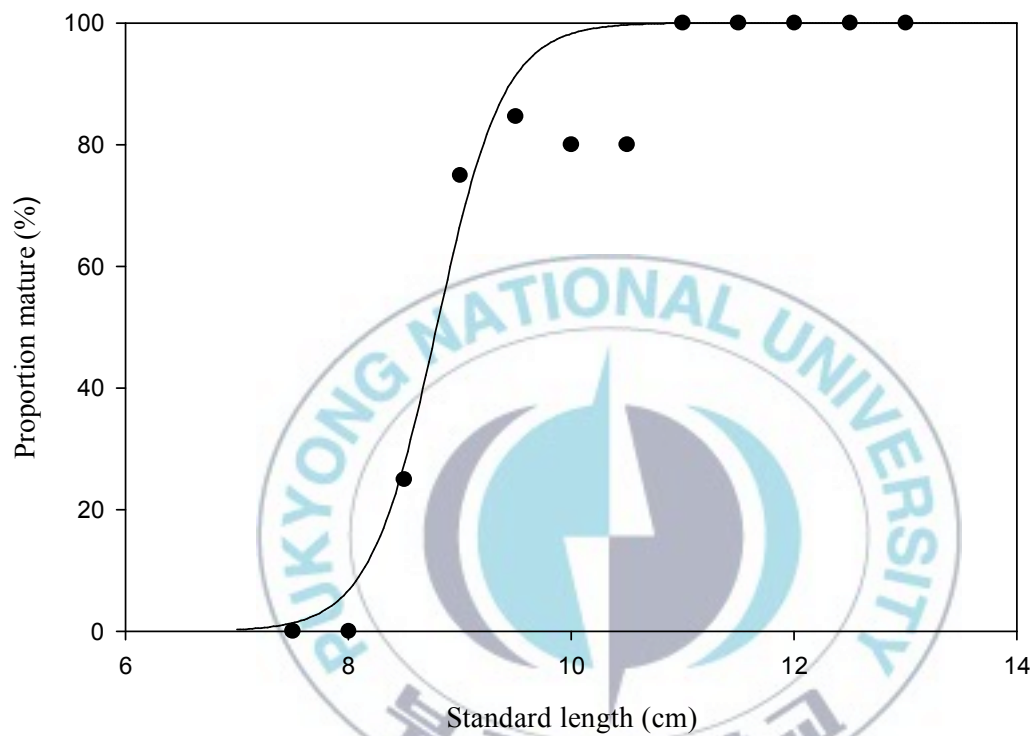


Fig. 74. Relationship between standard length and maturation rate of female *Engraulis japonicus* during spawning period.

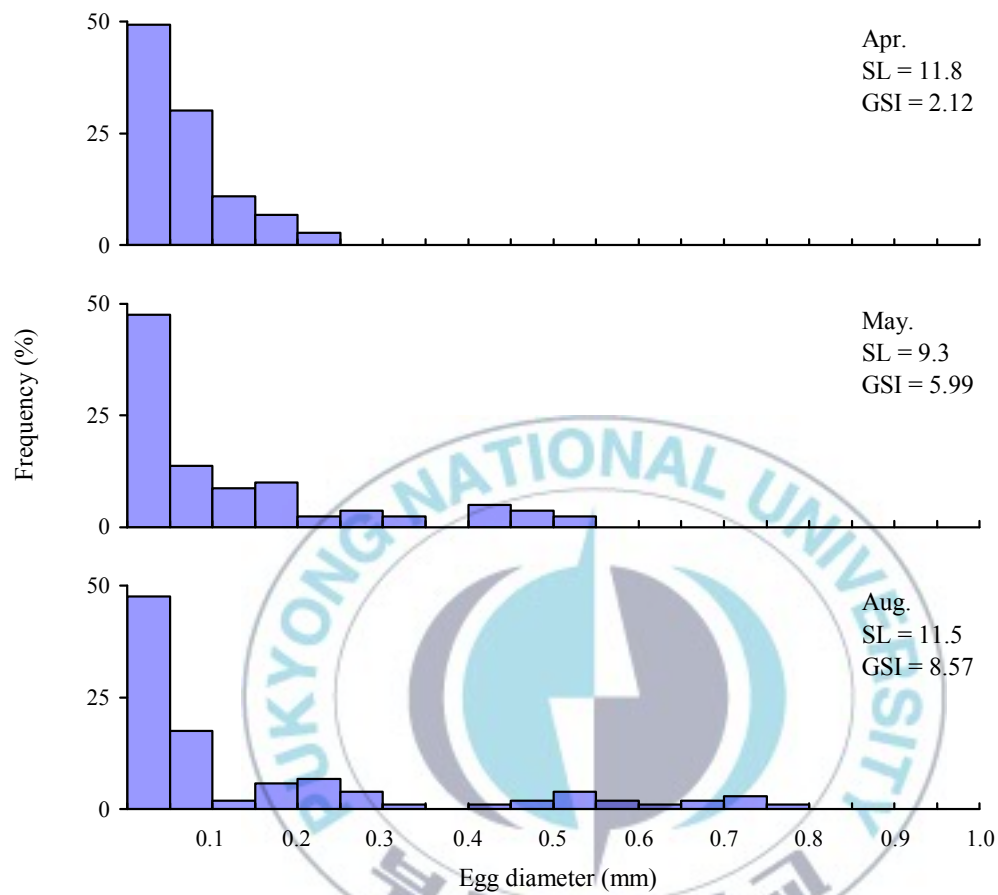


Fig. 75. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of *Engraulis japonicus* during spawning period.

Table 30. The number of oocytes for OG I,II and III stage of *Engraulis japonicus*

Size (cm, SL)	GSI	Month	Number of oocytes			Sum	Sum/ OGIII
			OG I	OG II	OGIII		
11.8	2.12	April	37,820	1,773	-	39,593	-
9.3	5.99	May	17,449	3,173	529	21,150	40.0
9.9	7.73	May	18,439	2,128	1,891	22,458	11.9
10.3	8.64	May	36,001	4,696	5,739	46,436	8.1
9.7	4.81	June	20,423	1,634	-	22,057	-
12.4	2.11	June	60,814	6,852	-	67,667	-
9.5	5.65	July	25,455	4,445	-	29,900	-
10.0	6.70	August	31,381	3,923	2,496	37,800	15.1
11.5	8.57	August	43,673	4,261	6,924	54,857	7.9
12.3	3.66	August	44,674	5,415	-	50,089	-
12.3	5.10	August	56,161	6,739	-	62,900	-
9.0	3.87	September	14,358	1,040	-	15,399	-



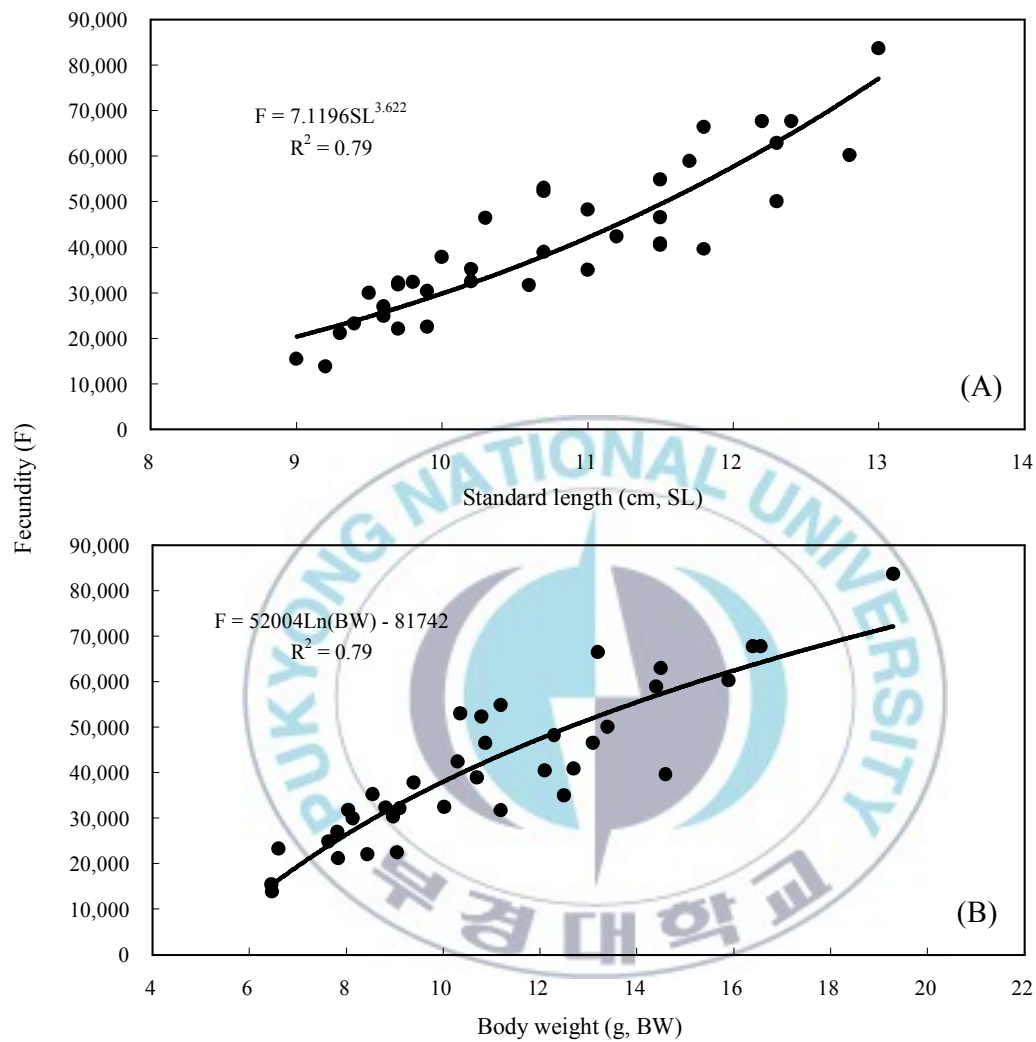


Fig. 76. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of *Engraulis japonicus*.

4.12 전어(*Konosirus punctatus*)

생식소중량지수(GSI), 간중량지수(HSI), 비만도지수(CF)의 월변동

전어 암컷 GSI의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 77), 3월에 평균 1.32였던 값이 이후 점점 증가하여 5월에 평균 9.52로 연중 가장 높은 값을 나타내었다. 5월 이후 그 값은 감소하여 8월에 평균 0.94의 값을 나타내었다. 전어 수컷 GSI는 암컷과 비슷한 변화양상을 보였는데 2월에 평균 0.42였던 값이 이후 점점 증가하여 5월에 평균 6.42로 연중 가장 높은 값을 나타내었다. 5월 이후 그 값은 감소하여 8월에 평균 0.47의 값을 나타내었다. 이와 같은 GSI의 월변동 양상을 살펴본 결과 전어의 산란기는 5월에서 7월임을 알 수 있었다.

전어 암컷 HSI와 CF의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 78), HSI는 1월과 2월에 각각 평균 2.78과 2.55로 높은 값을 나타내었으나 이후 감소하여 7월에 평균 1.17의 값을 나타내었다. 7월 이후 평균 1.31~1.74의 값을 나타내었다. CF는 1월에 17.53의 값을 나타내었고 이후 감소하여 3월에 평균 12.54로 연중 가장 낮은 값을 나타내었다. 이후 점점 증가하여 7월에 평균 22.40으로 연중 가장 높은 값을 나타내었다. 전어의 HSI와 CF는 산란기 전에 높은 값을 보였다.

성비 및 군성숙도

월별 전어의 암컷과 수컷의 성비를 조사해 본 결과(Table 31) 1:0.89로 암·수간 유의한 차이를 보이지 않았다(χ^2 -test, $p>0.05$).

전어 암컷은 체장 13.5 cm에서 성숙한 개체가 출현하기 시작하였으며, 18.5 cm이상에서는 모든 개체가 성숙한 것으로 나타났다. 50% 군성숙체장은 logistic equation을 통하여 추정된 결과 15.44 cm로 나타났다(Fig. 79).

$$P = \frac{1}{1 + e^{-0.99(SL - 15.44)}}$$

난경 및 포란수

전어 암컷의 월별 난경조성을 살펴본 결과(Fig. 80), 4월에는 0.0~0.25 mm와 0.25~0.40 mm의 2개의 난경모드를 관찰할 수 있었다. 5월에는 0.0~0.30 mm와 0.35~0.60 mm의 2개의 난경모드가 관찰되었으며, 4월보다 난경의 크기가 커지는 양상을 보였다. 6월에는 0.0~0.15 mm, 0.15~0.35 mm, 0.30~0.70 mm의 3개의 난경모드가 관찰되었고, 7월에는 0.0~0.20 mm, 0.30~0.50 mm, 0.75~0.90의 3개의 난경모드가 관찰 되었다. 전어는 중숙단계의 난을 6월과 7월에 관찰할 수 있었으며 0.90 mm의 최대 난경을 나타내었다.

전어의 난경 발단 단계에 따라 3개의 난경 그룹(OG I, 0.0~0.20 mm; OG II, 0.20~0.70 mm; OGIII, 0.70~0.90 mm)으로 나눠 살펴본 결과(Table 32), OGIII는 6월과 7월에 관찰되었다. 전체 포란수에 대한 OGIII의 수(Sum/OG III)를 살펴보면, 4.4~26.0의 범위를 보여 전어는 산란기 동안 2회 이상 산란함을 알 수 있었다.

전어의 개체당 포란수는 164,279~607,833개의 범위를 보였으며, 평균 포란수는 447,650개 였다. 전어 체중 1g 당 상대포란수는 1,885~3,996개의 범위, 평균 2,780개를 나타내었다.

체장별 포란수를 살펴보면, 체장 18 cm미만에서는 평균 254,618개, 체장 18~20 cm 크기군에서는 417,785개, 체장 20~22 cm 크기군에서는 500,562개, 체장 22 cm 이상에서는 524,554개의 난을 포란하여 체장이 증가함에 따라 포란수가 증가하는 경향을 보였다. 전어의 표준체장(SL)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 559.27SL^{2.2139}$ ($R^2 = 0.81$)으로 나타났다(Fig. 81A).

체중별 포란수를 살펴보면 체중 130.0g미만에서는 평균 254,618개, 130.0~170.0g에서는 475,076개, 170.0~200.0g에서는 490,474개, 200.0g이상에서는 496,531개의 난을 포란하여 체중이 증가함에 따라 포란수 또한 증가하는 경향을 보였다. 전어의 체중(BW)과 포란수(F)의 관계식은 $F = 206,704\ln BW - 600,033$ ($R^2 = 0.64$) 으로 나타났다(Fig. 81B).

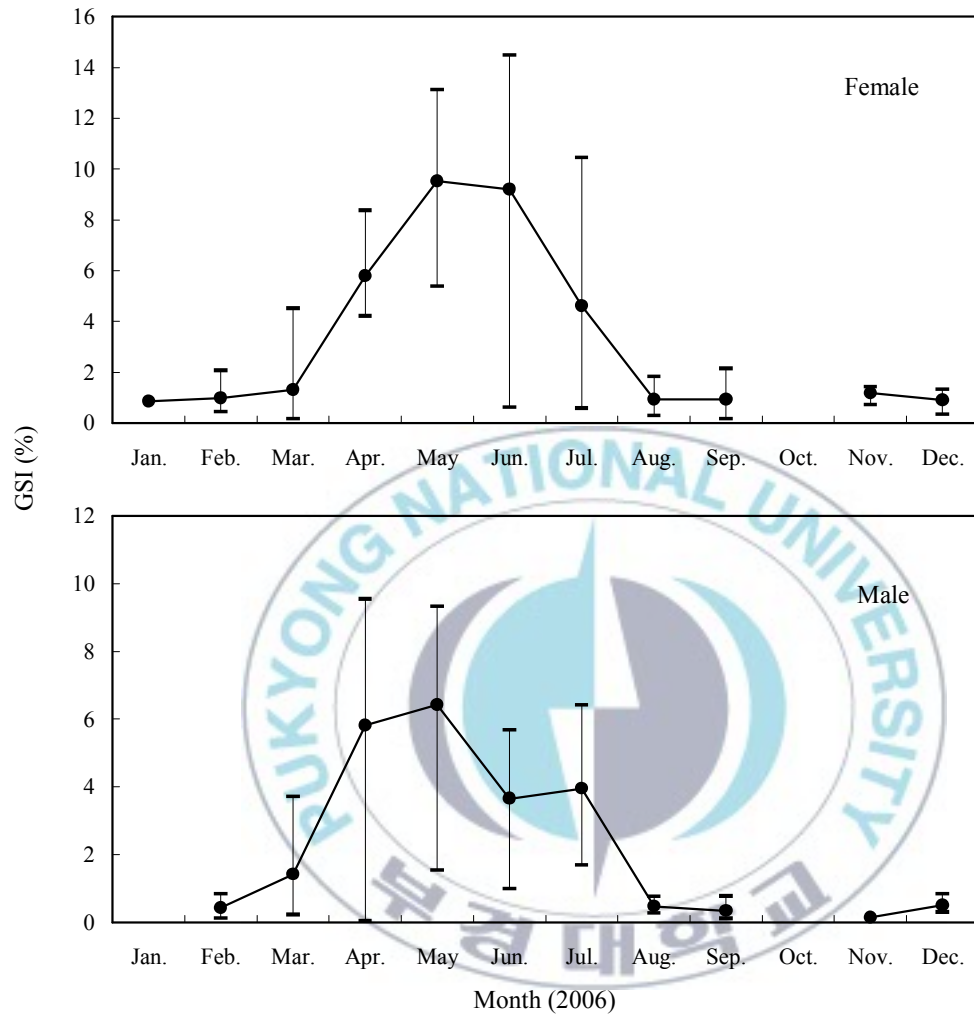


Fig. 77. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of *Konosirus punctatus* (vertical bar range from minimum to maximum value).

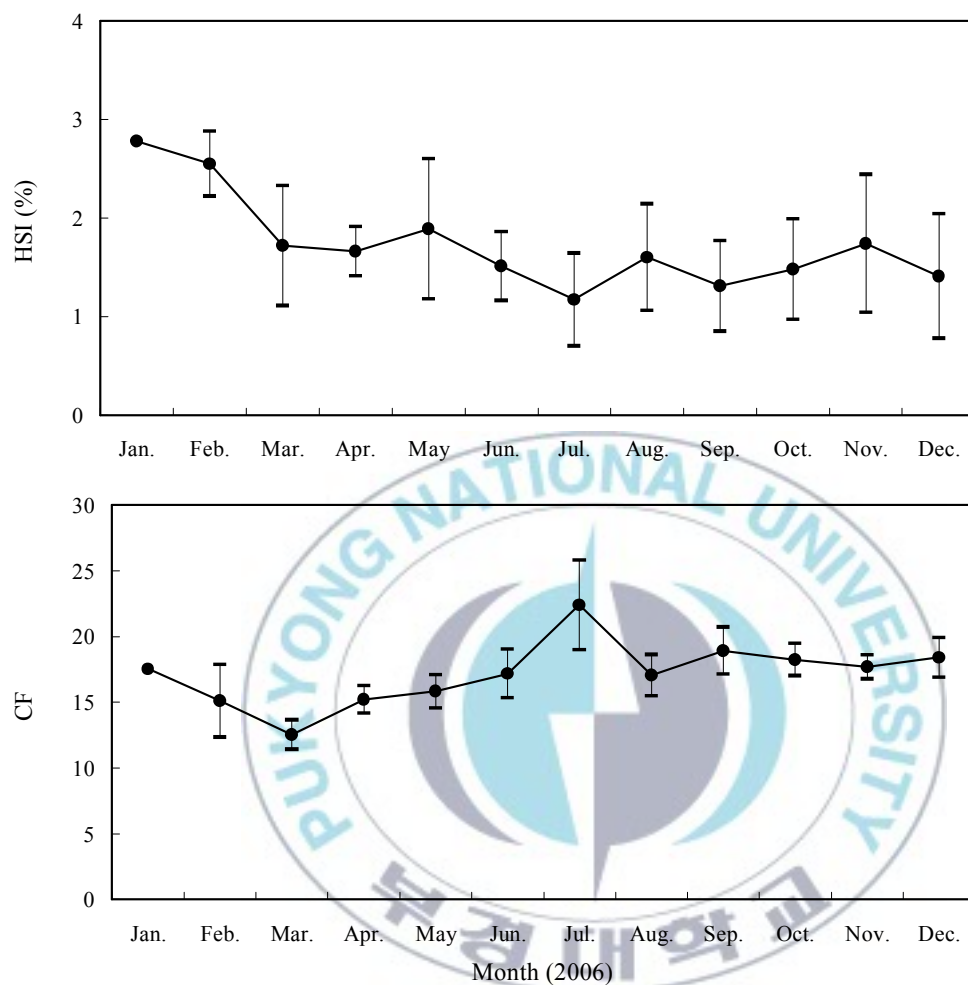


Fig. 78. Monthly change in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of female *Konosirus punctatus* (vertical bar represent standard deviation).

Table 31. Monthly variation in sex ratio of *Konosirus punctatus*

Month (2006)	Female (ind.)	Male (ind.)	Total (ind.)	Sex ratio (M/F)
Jan.	1	-	1	-
Feb.	11	8	19	0.73
Mar.	22	29	51	1.32
Apr.	13	11	24	0.85
May	51	45	96	0.88
Jun.	10	8	18	0.80
Jul.	14	16	30	1.14
Aug.	27	18	45	0.67
Sep.	25	25	50	1.00
Oct.	25	20	45	0.80
Nov.	5	3	8	0.60
Dec.	7	6	13	0.86
Total	211	189	400	0.90



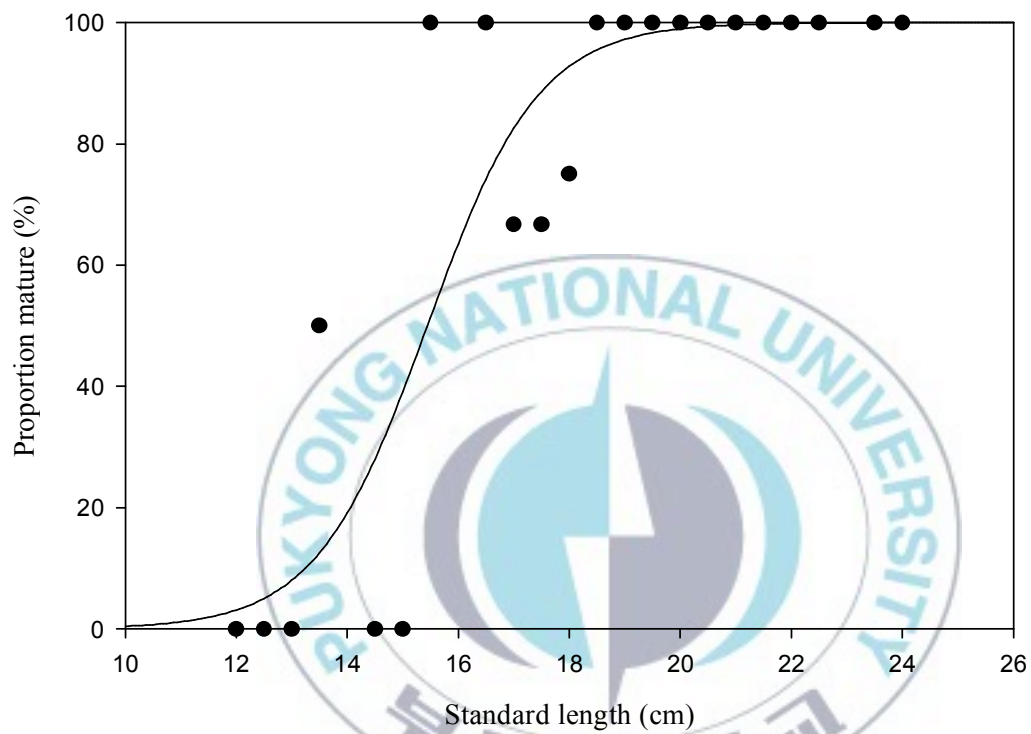


Fig. 79. Relationship between standard length and maturation rate of female *Konosirus punctatus* during spawning period.

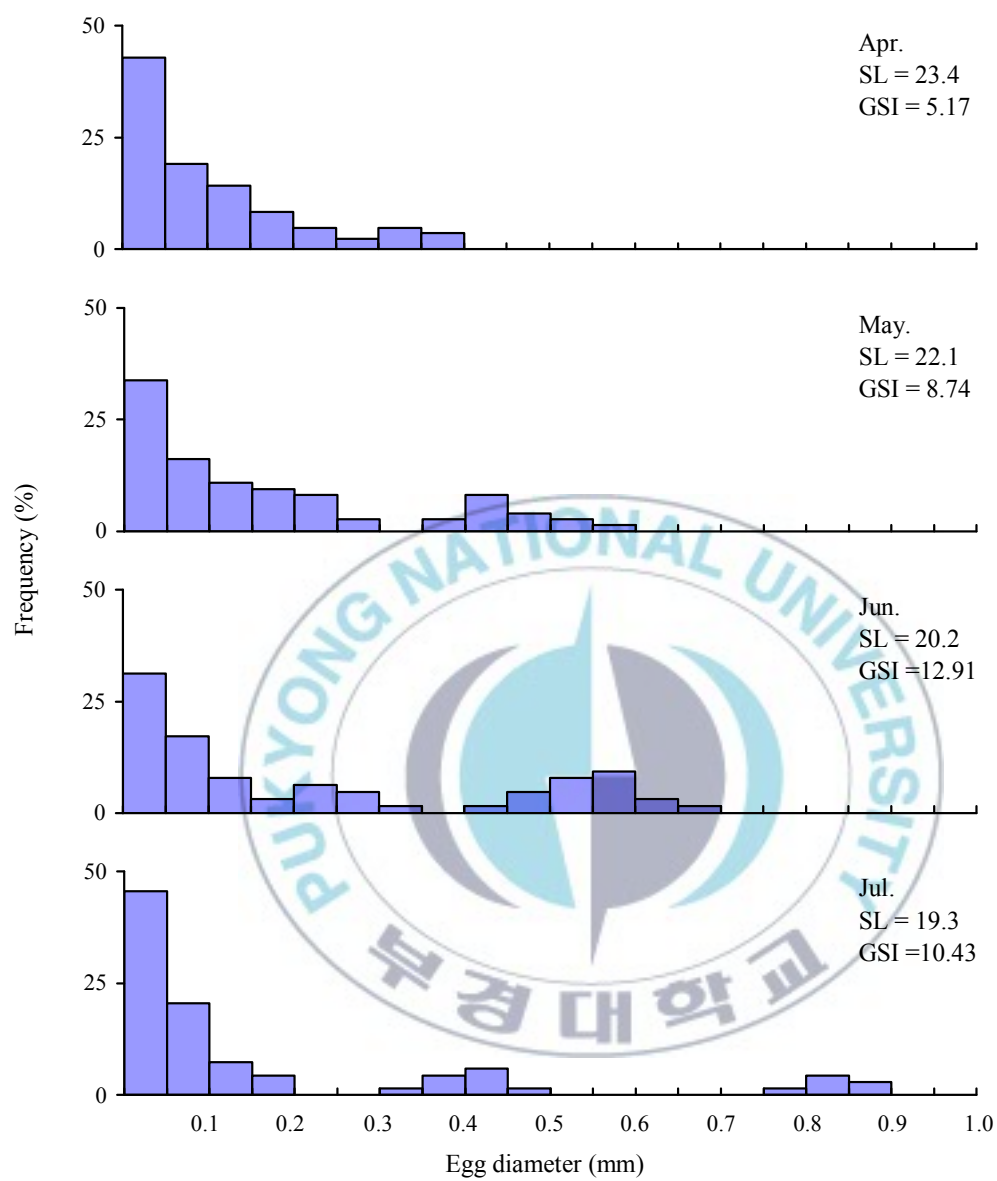
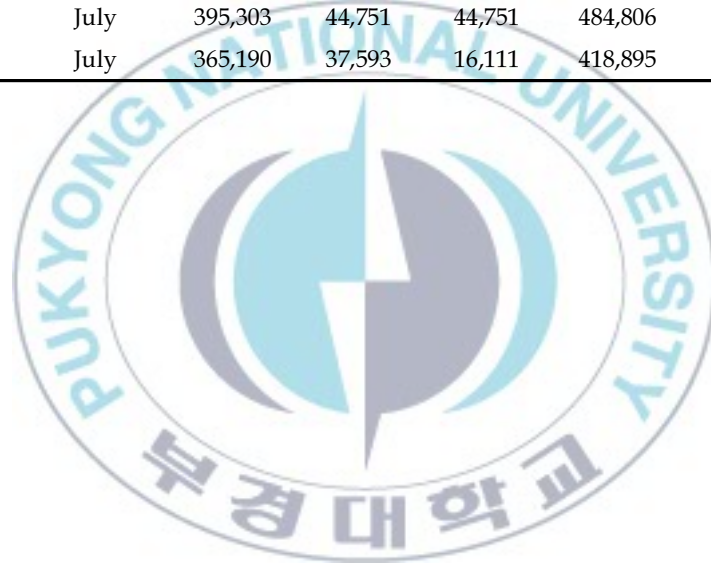


Fig. 80. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of *Konosirus punctatus* during spawning period.

Table 32. The number of oocytes for OG I,II and III stage of *Konosirus punctatus*

Size (cm, SL)	GSI	Month	Number of oocytes			Sum	Sum/ OGIII
			OG I	OG II	OG III		
22.7	8.36	April	503,457	104,375	-	607,833	-
23.4	5.17	April	458,028	54,963	-	512,991	-
20.5	11.52	May	441,272	35,586	-	476,858	-
21.5	9.83	May	347,776	85,419	-	433,195	-
22.1	8.74	May	492,753	73,000	-	565,753	-
22.1	10.77	May	379,362	68,091	-	447,453	-
22.8	7.12	May	476,680	110,658	-	587,337	-
20.2	12.91	June	301,458	61,837	108,216	471,511	4.4
21.0	14.48	June	400,222	97,351	75,718	573,291	7.6
22.0	13.28	June	331,889	59,003	73,753	464,645	6.3
19.3	10.43	July	395,303	44,751	44,751	484,806	10.8
19.6	7.36	July	365,190	37,593	16,111	418,895	26.0



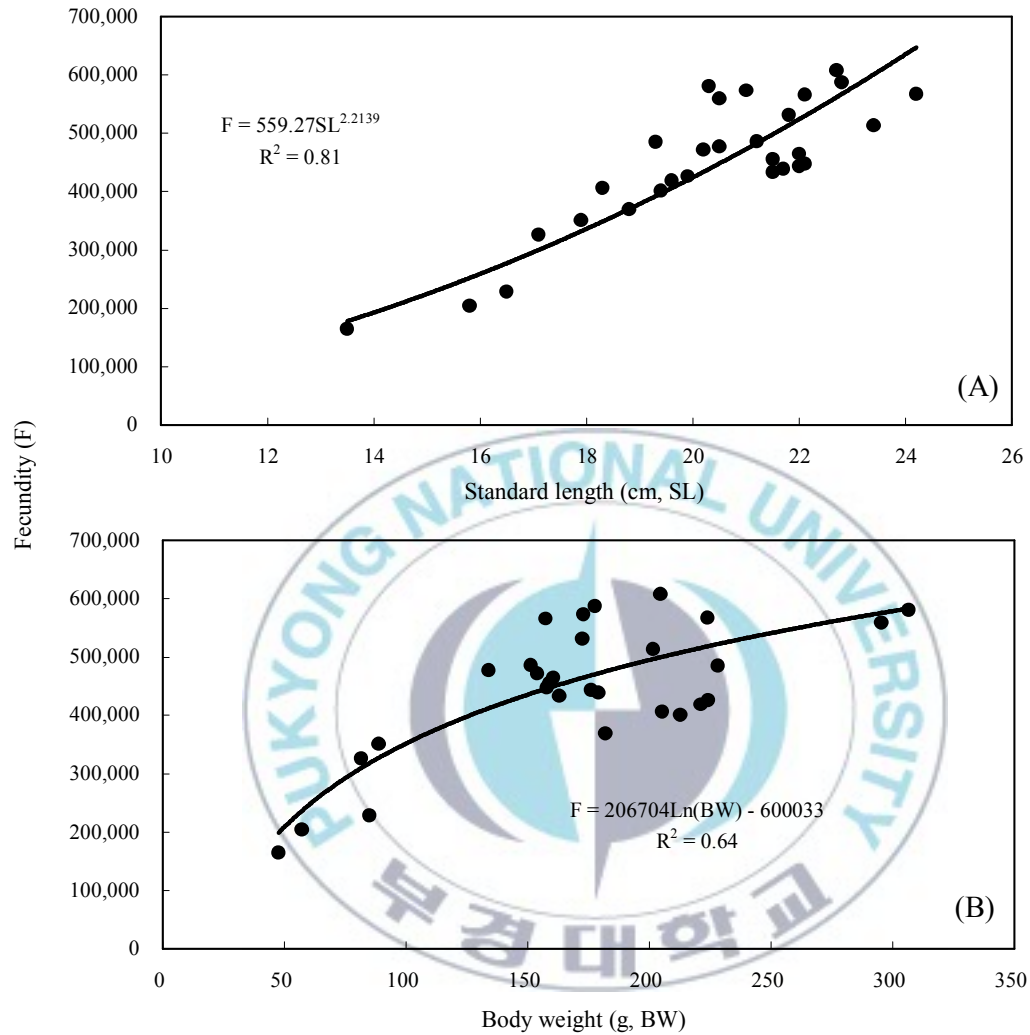


Fig. 81. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of *Konosirus punctatus*.

4.13 기타 어종

4.13.1 숭어(*Mugil cephalus*)

숭어 암컷 생식소중량지수(GSI)의 월변동 양상을 살펴보면(Fig. 82), 9월에 평균 0.35였던 값이 10월에 증가하여 평균 1.08를 나타내었고 11월에 평균 1.37로 연중 가장 높은 값을 나타내었다. 이후 그 값을 점점 감소하여 12월에 평균 0.39의 값을 나타내었다. 숭어 수컷 GSI는 암컷과 비슷한 변화양상을 보였는데 9월에 평균 0.13였던 값이 10월에 평균 0.25, 11월에는 평균 0.52를 나타내었고 이후 감소하여 12월에 평균 0.08의 값을 나타내었다.

숭어 암컷의 월별 난경조성을 살펴본 결과(Fig. 83), 11월에 0.00~0.10 mm의 난경모드가 나타났고, 10월에는 0.0~0.15 mm와 0.20~0.45 mm의 2개의 난경모드가 나타났다. 숭어는 중숙단계의 난을 10월과 11월에 관찰할 수 있었으나 완숙단계의 난은 발견되지 않았다.

4.13.2 눈볼대(*Doederleinia berycoides*)

조사기간 동안 눈볼대는 11월과 12월에 전체 채집개체수의 99.5%가 채집되었다. 눈볼대의 월별 GSI를 살펴보면 평균 0.21~0.40으로 낮은 값을 나타내었고 난경크기 또한 0.10 mm 이하의 미숙단계의 난의 크기를 나타내었다. 따라서 눈볼대는 조사해역에서 산란하지 않는 것으로 나타났다.

4.13.3 용가자미(*Hippoglossoides pinetorum*)

조사해역에서 용가자미는 5~8월에만 출현하였다. 용가자미의 월별 GSI를 살펴보면 평균 0.41~0.63으로 낮은 값을 나타내었고 난경크기 또한 0.15 mm 이하의 미숙단계의 난의 크기를 나타내었다. 따라서 용가자미는 조사해역에서 산란하지 않는 것으로 나타났다.

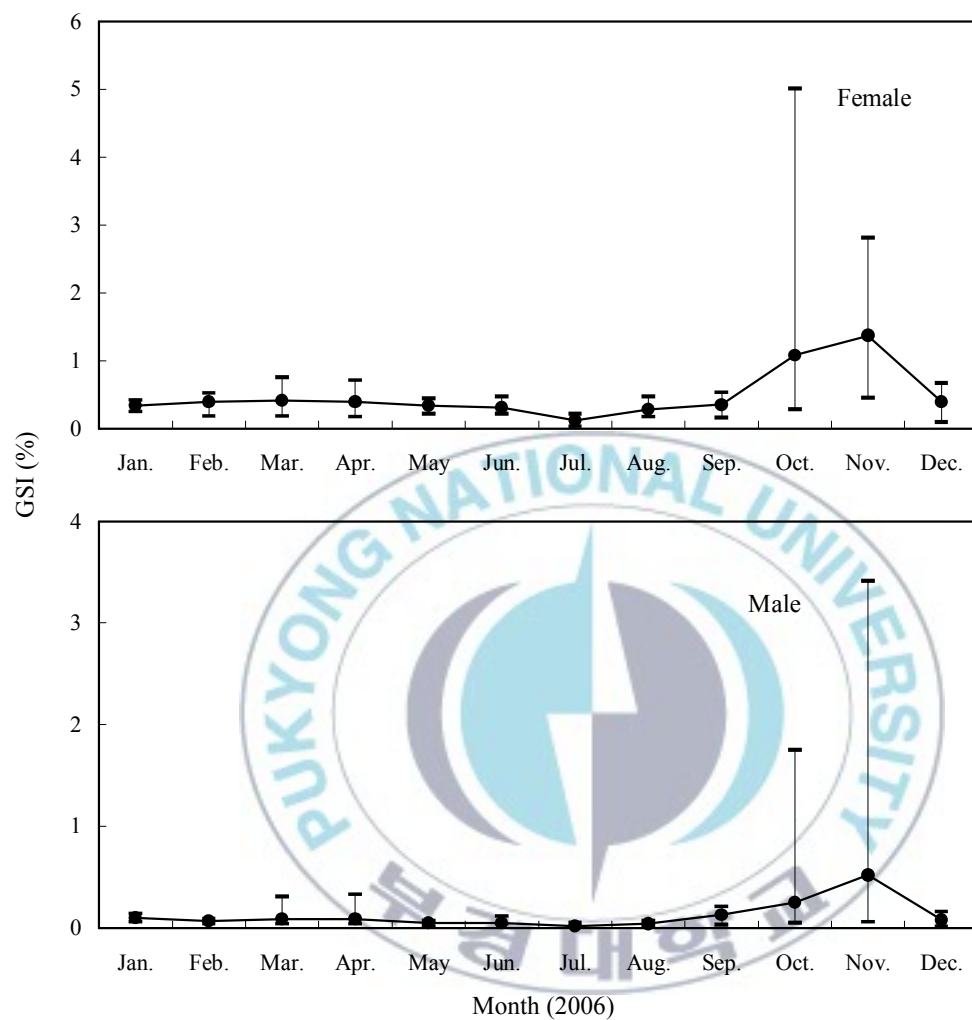


Fig. 82. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) of *Mugil cephalus* (vertical bar range from minimum to maximum value).

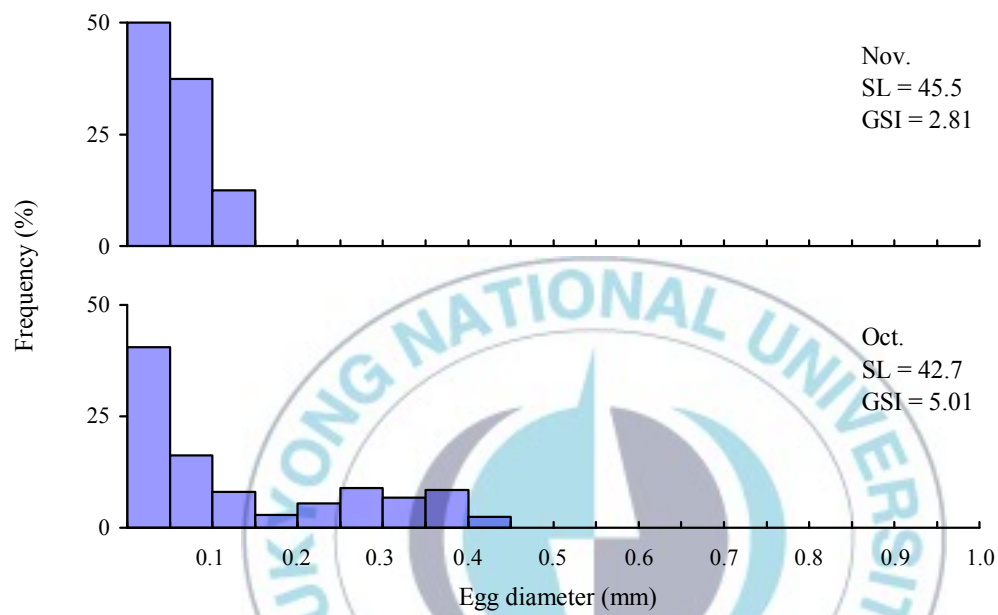


Fig. 83. Size frequencies of oocyte diameter with the progression in GSI of *Mugil cephalus* during spawning period.

4.13.4 샛비늘치 (*Myctophum nitidulum*)

조사기간 동안 샛비늘치는 5월에 전체 채집개체수의 91.6%가 출현하였다. 샛비늘치의 월별 GSI를 살펴보면 5월과 6월에 평균 3.25~9.80으로 비교적 높은 값을 나타내었고 다른 시기에는 평균 0.05~0.11로 낮은 값을 나타내었다. 그리고 난경크기는 최대 0.40 mm를 나타내었다. 따라서 샛비늘치는 조사해역에서 산란회유하는 것으로 생각해 볼 수 있으나 출현시기가 5월에 집중되어 정확한 회유목적과 GSI 및 난경발달의 주기성을 파악할 수 없었다.

4.13.5 돛양태 (*Repomucenus lunatus*)

조사기간 동안 돛양태는 대부분 개체가 1~5월 사이에 전체 개체수의 90.8%가 출현하였다. 돛양태의 월별 GSI를 살펴보면 평균 0.25~0.78로 낮은 값을 나타내었고 난경크기 또한 0.10 mm 이하의 미숙단계의 난의 크기를 나타내었다. 따라서 돛양태는 조사해역에서 산란하지 않는 것으로 나타났다. .

4.13.6 갈치 (*Trichiurus lepturus*)

조사기간 동안 갈치는 주로 9~11월 까지 출현하였으며, 표준체장 7.4~21.1 cm의 범위를 나타내었다. 갈치의 월별 GSI를 살펴보면 평균 0.28~0.92로 낮은 값을 나타내었고 난경크기 또한 0.15 mm 이하의 미숙단계의 난의 크기를 나타내었다. 따라서 갈치는 조사해역에서 산란하지 않는 것으로 나타났다.

4.13.7 성대 (*Chelidonichthys kumu*)

조사기간 동안 성대는 5월과 6월에 전체 채집개체수의 80.4%가 출현하였다. 성대의 월별 GSI를 살펴보면 평균 0.14~0.72로 낮은 값을 나타내었고 난경크기 또한 0.15 mm 이하의 미숙단계의 난의 크기를 나타내었다. 따라서 성대는 조사해역에서 산란하지 않는 것으로 나타났다.

4.13.8 샛돔(*Psenopsis anomala*)

조사기간 동안 샛돔은 9월에서 11월 사이에 전체 채집개체수의 88.7%가 출현하였고, 이 시기에 GSI는 0.24~1.01로 낮은 값을 나타내었으며, 성숙난을 가진 개체도 발견되지 않았다. 따라서 샛돔은 조사해역에서 산란하지 않는 것으로 나타났다.

4.14 고찰

조사기간 동안 출현한 주요 우점어류 중 성숙한 개체가 발견된 종의 생식생태적 특징을 종합해보면 Table 33과 같다. 이 중에서 조사해역에서 성어가 산란기동안 꾸준히 출현하고 난 발달단계에서 완숙단계의 난이 발견된 종을 조사해역에서 산란하는 종으로 판단하였다. 따라서 조사해역에서 산란하는 종은 대부분 주거종으로 열동가리돔, 반딧불게르치, 황아귀, 점넙치, 꼼치, 줄비늘치, 문치가자미 7종이었고, 회유종 중에서 청어와 멸치가 완숙단계의 난이 발견되어 조사해역으로 산란을 위해 회유하였거나 조사해역의 가까운 곳으로 산란을 위해 이동하는 도중에 출현한 것으로 생각해 볼 수 있다.

어류의 생식소중량지수(GSI)는 산란과 생식의 주기성을 나타내는 지시자로 유용하게 사용된다(Wilk et al., 1990). 따라서 본 연구 지역에서 출현한 주요 우점 어류 중 조사해역에서 산란하는 종들의 GSI의 월변동 양상을 살펴본 결과 각각 다른 시기에 산란하는 것으로 나타났다. 본 연구에서 우점 어류들의 월별 GSI의 변동양상을 바탕으로 각 어종의 산란기의 유사성을 조사해 본 결과, 4개의 산란 그룹으로 나눌 수 있었다(Fig. 84). 첫 번째 그룹은 춘계에 산란하는 종으로 황아귀, 줄비늘치가 속하였다. 이 중 줄비늘치는 주 산란기가 춘계이었으나, 동계와 하계에도 높은 GSI 값을 나타내어 황아귀에 비하여 비교적 긴 산란기를 나타내었다. 두 번째 그룹은 춘계에서 하계까지 산란하는 종으로 멸치, 전어, 점넙치가 속하였다. 이 중 멸치는 회유성 어종이지만 완숙

단계의 난이 발견되었고 난자치어 또한 출현하여 조사해역에서 산란할 것으로 판단되었다. 전어의 경우 이 시기에 높은 GSI 값을 나타내었지만 완숙단계의 난이 발견되지 않아 조사해역에서 산란하지 않을 것으로 판단된다. 전어는 연안 회유성 어종으로 연안의 강하구에 주로 분포하고 산란기철에 연안 내만의 만 입구 저층에 산란하는 종으로 알려져 있다(Takita, 1978; Whitehead, 1985; NFRDI, 2004). 따라서 전어는 조사해역의 가까운 곳에 위치한 강하구 또는 연안 근처에서 산란하는 어종임을 유추해 볼 수 있다. 세 번째 그룹은 하계에서 추계까지 산란하는 종으로 전갱이, 반딧불게르치, 열동가리돔이 속하였다. 이 중 전갱이는 이 시기에 초기 성숙단계의 개체가 발견되었다. 전갱이는 동계 산란군과 춘계-하계 산란군이 있는데(Suda et al., 1987), 본 조사해역에서는 하계에 성숙한 개체가 발견되어 춘계-하계 산란군에 속하는 개체들임을 알 수 있었다. 지금까지 알려진 우리나라 주변해역에서 전갱이의 산란장소는 제주도 주변해역, 일본 큐슈 연안, 동중국해 중부와 남부 등으로 알려져 있다(NFRDI, 2004). 조사해역에 출현한 전갱이는 대부분 중숙단계의 성숙개체가 출현하여 산란장으로 이동하는 도중 채집된 것으로 생각되어 진다. 그리고 반딧불게르치와 열동가리돔은 산란기가 비슷하였으나, 반딧불게르치는 9월과 10월, 열동가리돔은 8월과 9월에 높은 GSI 값을 보여 주 산란시기가 약간 달랐다. 네 번째 그룹은 동계에 산란하는 종으로 청어, 꼼치, 문치가자미가 속하였다. 이 중 청어의 산란기는 동계에서 춘계로 알려져 있고(Kanno, 1981), 본 연구에서 청어 성어는 1월에 대부분 출현하였으며(Fig. 7), 일부 개체는 완숙단계의 성숙한 난을 가지고 있었다. 조사기간 동안 청어의 난자치어는 채집되지 않았다. 청어는 연안이나 만 안쪽의 해조류 등에 산란하는 어종으로(NFRDI, 2004; Chimura et al., 2009), 우리나라 동해안에서는 영일만이 주요 산란장으로 알려져 있다(NFRDI, 2000). 따라서 조사해역에 출현한 청어의 성어는 조사해역에서 가까운 영일만으로 산란회유 하는 도중에 채집된 것으로 판단된다. 일반적으로 춘계에서 추계는 연중 생산성이 가장 높은 시기로 어류 자치어의 먹이

생물인 동,식물플랑크톤의 현존량이 많다(Cushing, 1975). 본 조사해역은 하계 철에 가장 높은 동·식물플랑크톤의 현존량을 나타내었고, 그 다음으로 춘계와 추계에 높게 나타났다(KEPRI, 2005~2007). 따라서 많은 종들이 춘계에서 하계에 산란하는 것으로 나타났고, 조사해역에서 산란하는 종 외에 우점종 중에서 전갱이, 전어 등 많은 어류들이 이시기에 산란하는 것으로 조사되었다(NFRDI, 2004).

어류에서 난황단백질은 estrogen에 의해 간에서 합성되어 혈액을 통하여 난소로 들어가 축적되어 생식활동에 이용된다고 알려져 있다(Aida et al., 1973; Wallace and Selman, 1990). 체내의 에너지 저장 정도를 나타내는 어류의 간중량지수(HSI)와 비만도지수(CF)의 연간 변동양상을 어류의 생식주기와 관련 있으며(Encina and Granado-Lorencio, 1997), 일반적으로 어류의 HSI는 산란기 전에 높은 값을 보이고 산란기 동안 낮은 값을 나타낸다. 본 연구에서 많은 어류들은 산란기 전 또는 산란기 초기에 높은 HSI 값을 나타내었는데, 이는 산란기 동안 소비되는 에너지를 간 또는 체내에 축적하기 때문으로 판단된다. 그리고 CF는 GSI와 비슷한 경향성을 나타내는데, 본 연구에서 많은 어류들이 이와 같은 양상을 나타내었다.

조사기간 동안 출현한 우점 어류의 암·수의 성비를 살펴본 결과 암·수의 성비에서 유의한 차이를 보이지 않은 그룹은 청어, 열동가리돔, 반딧불게르치, 멸치, 황아귀, 점넙치, 전어, 꼼치, 문치가자미가 속하였고, 유의한 차이를 나타낸 그룹은 전갱이, 줄비늘치가 속하였다(χ^2 -test). 일반적으로 알에서 부화한 개체의 암·수의 비율이 1:1이고 성장함에 따라 암·수의 사망률이 같다고 가정하면, 개체군에서 암·수의 성비는 1:1과 유의한 차이를 보이지 않아야 한다(χ^2 -test, $p>0.05$). 그러나 본 조사에서 암·수간 성비에서 유의한 차이를 나타낸 종인 전갱이, 줄비늘치는 암컷이 수컷에 비하여 약 2배 많은 것으로 나타났다. 이와 같이 해양 생물에서 암·수 성비에서 1:1과 차이를 나타내는 이유는 여러 가지로 설명될 수 있는데, 특히, 알에서 부화한 개체에서 암컷과 수컷

의 개체수 차이, 성장하면서 암컷과 수컷의 성장을, 사망률, 수명의 차이, 성장에 따른 성전환과 이동 특성 등이 중요한 이유로 작용할 것으로 생각되어 진다(Wenner, 1972; Sturm and Salter, 1989). 따라서 본 연구에서 전갱이, 줄비, 늘치에서 암·수간 성비에서 큰 차이를 보이 것은 이와 같은 이유 때문으로 판단된다.

조사해역에서 우점적으로 출현하는 어류 11종의 최소성숙체장을 나타내는 성숙연령을 살펴본 결과 종에 따라 1~3세 까지 다른 성숙연령을 나타내었다(Table 33). 부화 후 1년 만에 성숙하는 종에는 열동가리돔, 반딧불게르치, 멸치, 전어, 꼼치가 속하였다. 이중 멸치의 수명은 1.5년, 꼼치는 수명이 1년으로 알려져 있어 부화 후 1년 뒤 산란한 후 사망하는 것으로 판단되었다(Kosaka, 1971; NFRDI, 2004). 그리고 열동가리돔과 반딧불게르치는 수명이 약 3세, 전어는 수명이 약 4세로 알려져 있다(Lee, 1983; Kume et al., 1998; Okuda et al., 2005). 부화 후 2년 만에 성숙하는 종은 전갱이, 청어가 속하였다. 이중 전갱이는 수명은 약 6세, 청어의 수명은 약 17세(Nishida and Hasegawa, 1994; NFRDI, 2004). 부화 후 3년 만에 성숙하는 종은 황아귀, 문치가자미가 속하였다. 황아귀의 수명은 약 8세, 문치가자미의 수명은 약 6세로 나타났다(Solomon et al., 1987; Cha et al., 1998). 이 중 문치가자미는 성숙연령이 2~3로 알려져 있는데(Solomon et al., 1987; NFRDI, 2004), 본 조사기간 동안 대부분 큰 개체가 출현하여 성숙연령이 3세로 나타났다. 이와 같이 성숙연령이 1세인 어종은 비교적 수명이 짧은 것으로 나타났는데, 이는 짧은 수명으로 인한 개체군 유지 및 보존을 위하여 빠른 성숙연령을 가지는 것으로 판단된다.

조사해역에 출현한 우점 어류들은 2개 이상의 난경모드를 나타내어 산란기 동안 2회 이상 반복산란하는 것으로 나타났다. 반복산란하는 어류들은 일정 시기에 폭발적으로 산란하는 불연속산란종(total spawner)과 산란시기동안 시간 간격을 두고 연속적으로 산란하는 연속산란종(multiple spawner)으로 구분할 수 있다(Kim and Zhang, 1994). 불연속산란종은 난경모드에서 뚜렷한 구

분이 발견되는 종으로 먹이가 부족한 환경에서 특정 시기에 집중적으로 산란하는 산란전략을 가진 종이고, 연속산란종은 먹이가 풍부하여 정해진 시기에 자어를 산출할 필요성이 없는 환경에서 연속적으로 산란하는 산란전략을 가진 종이다. 조사기간 동안 불연속산란종에는 청어, 꼼치, 문치가자미가 있었으며, 연속산란종에는 전갱이, 열동가리돔, 반딧불게르치, 멸치, 황아귀, 전어, 점넙치, 줄비늘치가 있었다. 본 조사에서 불연속산란종은 모두 동계철에 산란하는 종이었는데, 이는 먹이가 부족한 환경에서 자어의 생존율을 높이기 위해 불연속산란전략을 택한 것을 판단된다.

Suzuki et al. (2000)은 브라질 Parana 강에 출현하는 어류들의 최대난경과 상대포란수의 관계를 통하여 각 종들의 산란전략을 구분하였는데, 난의 크기가 클수록 상대포란수는 적은 경향을 나타내었다. 이를 바탕으로 본 연구의 조사해역에서 완숙단계의 난이 발견된 어류들의 최대난경과 상대포란수의 관계를 조사해본 결과 3가지의 형태로 구분되었다(Fig. 85). 첫 형태(type I)는 최대 난경 1.35 mm 이상, 상대포란수 1,000개 이하인 어종으로 청어, 황아귀, 꼼치, 줄비늘치가 속하였다. 이 중 황아귀와 줄비늘치의 산란기는 춘계, 청어와 꼼치는 동계이었다. 이 그룹에 속한 어류들은 상대적으로 적은 상대포란수를 가지는 대신 비교적 큰 난에서 큰 크기의 자어를 산출하여 자어의 생존율을 높이고 자어의 먹이 섭식 범위를 넓게 하는 산란전략을 가진 것으로 판단된다.

두 번째 형태(type II)는 최대 난경 0.75~0.90 mm 사이, 상대포란수 3,000개 이상인 그룹으로 반딧불게르치, 멸치, 점넙치가 속하였다. 이 그룹에 속하는 어류들 많은 상대포란수와 빠른 성숙, 짧은 수명을 가지는 종으로(Table 33) *r*-selection에 가까운 생활사 전략을 가지는 것으로 판단할 수 있었다(Kim and Zhang, 1994). 이 중 반딧불게르치의 산란기는 하계에서 초추계, 멸치와 점넙치는 춘계에서 하계이었다. 본 조사해역은 춘계에서 추계까지 어류 자치어의 먹이생물인 동·식물플랑크톤의 현존량이 높게 나타났다(KEPRI, 2005~2007).

따라서 이들은 수온이 높고 먹이생물에 풍부한 춘계에서 추계까지 산란하였고 첫 번째 형태에 비해 산출되는 자어의 크기는 작지만, 많은 상대 포란수를 가져 자어의 생존율을 높이는 산란전략을 가지고 있었다.

세 번째 형태(typeⅢ)는 최대 난경 0.70 mm 이하, 상대포란수 1,252~1,378 개 사이인 그룹으로 열동가리돔과 문치가자미가 속하였다. 이 그룹은 전자의 첫 번째 그룹에 비하여 최대 난경의 크기가 작고, 두 번째 그룹에 비하여 상대 포란수 또한 적었다. 따라서 산출 자어의 생존율을 높이기 위한 다른 산란 전략을 가져야 할 것으로 판단된다. 열동가리돔은 수컷의 구강내에서 알을 부화시키는 구내보육(mouthbrooding)의 특징을 가지는데(Kume et al., 2000), 구내보육은 난과 자어를 성어의 입속에서 자어를 어느 정도 성장할 때까지 보호함으로써 포식의 위험을 줄여 자치어의 생존율을 높이는 산란전략이다(Diand, 2004). 따라서 열동가리돔은 이와 같은 부모의 직접적인 보호(구내보육)를 통하여 자어의 독립생활 시기에 비교적 자어의 크기를 크게 하는 산란전략을 가졌다. 그리고 문치가자미는 침성점착란을 가졌다(Kim et al., 1983). 침성점착란을 가지는 어류는 수정된 난을 안전한 곳에 방란하여, 난의 확산을 방지하고 포식의 위험을 줄일 수 있으며, 복잡한 연안역의 환경변화에 영향을 적게 받게 할 수 있다(Kim and Zhang, 1994). 대부분 담수어류와 복어목 어류, 쥐노래미 등과 같은 어류도 본 연구의 문치가자미와 유사하게 수생 식물, 바위, 자갈 등의 안전한 곳에 알을 붙여 자치어의 생존율을 높이는 산란전략을 가지고 있다(Chung, 1977; Kim and Zhang, 1994; NFRDI, 2004). 따라서 문치가자미는 또한 비교적 안전한 곳에 자어를 부화시킨 뒤 자어가 잘 성장할 수 있도록 하는 부모의 간접적 보호를 통하여 생존율을 높이는 전략을 가졌다. 일반적으로 적은 포란수와 부모의 보호(parental care)는 K-selection 생활사 전략을 가진 종들의 특징이다. 열동가리돔과 문치가자미는 직·간접적인 부모의 보호와 비교적 적은 상대포란수를 가졌기 때문에 K-selection에 가까운 생활사 전략을 가진 것으로 판단할 수 있었다(Kim and Zhang, 1994).

본 연구에서 동계에 높은 GSI 값을 보여 산란할 것으로 예상되는 종에는 청어, 꼼치, 문치가자미가 있었다. 동계는 연중 생산성이 가장 낮은 시기로 자치어의 먹이생물이 다른 계절에 비해 부족하다. 따라서 이시기에 산란하는 어종은 비교적 큰 난경에서 큰 크기의 자어를 산출하여 자치어에게 넓은 범위의 먹이생물을 섭식할 수 있게 하는 산란전략이 필요하다. 본 연구에서 청어의 최대난경은 1.50 mm, 꼼치는 1.65 mm, 문치가자미는 0.70 mm을 나타내었다. 우리나라 연안에 출현하는 어류 중에서 동계에 산란하는 어종의 최대난경을 살펴보면 고무걱정이는 2.10 mm, 노래미는 1.95 mm, 대구횃대는 1.20 mm, 쥐노래미는 2.15 mm로 다른 계절에 산란하는 어종에 비해 큰 최대난경을 가진 것으로 나타났다(Kim et al., 1993; Chung and Kim, 1994; Park et al., 2007; Yang et al., 2007). 그러나 문치가자미는 다른 종에 비하여 비교적 작은 크기의 최대난경을 가졌는데, 이들은 침성점착란을 가짐으로써 산출자어의 생존율을 높이는 산란전략을 가진 것으로 판단되었다.



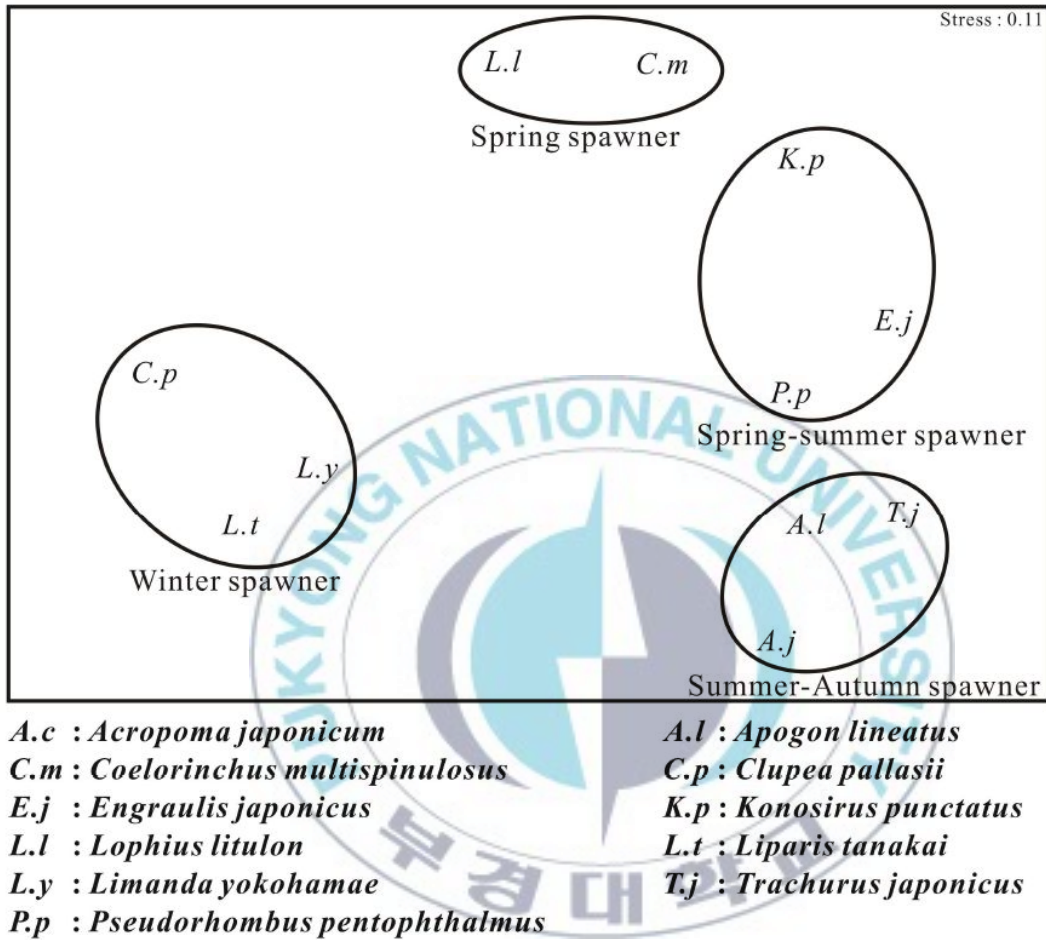


Fig. 84. Classification of spawning group based on monthly GSI of 11 major fishes collected in the coastal water off Gori, Korea by MDS.

Table 33. Comparison of life history traits among eleven fish species in the coastal waters off Gori

Species	Spawning period	Size at first maturity (group maturity) (cm)	*Age at first maturity (year)	*Life span	Mean fecundity (F)	Relative fecundity (F/g)	Max. eggs size (mm)	*Reference
<i>Lophius litulon</i>	Spring	47.3 (49.51)	3	8	795,104	188	1.40	Cha et al. (1998)
<i>Coelorinchus multispinulosus</i>		16.3 (20.07)			53,534	933	1.35	
<i>Engraulis japonicus</i>	Spring-Summer	8.6 (8.79)	1	1.5	64,911	3,644	0.80	NFRDI (2004)
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>		15.8 (16.21)	1~2	2	405,235	3,302	0.75	NFRDI (2004)
<i>Konosirus punctatus</i>		13.5 (15.44)	1	4	447,650	2,780	0.90	Lee (1983)
<i>Trachurus japonicus</i>	Summer-Autumn	17.7 (18.42)	2	6	150,609	769	0.70	Nishida and Hasegawa (1994)
<i>Acropoma japonicum</i>		5.5 (5.98)	1	3	38,321	3,175	0.90	Okuda et al. (2005)
<i>Apogon lineatus</i>		5.1 (5.43)	1	3	15,038	1,378	0.65	Kume et al. (1998)
<i>Clupea pallasii</i>	Winter	20.6 (19.05)	2	17	53,690	324	1.50	NFRDI (2004)
<i>Liparis tanakai</i>		34.4 (38.22)	1	1	190,555	124	1.65	Kosaka (1971)
<i>Limanda yokohamae</i>		25.2 (28.81)	2~3	6	651,823	1,252	0.70	Solomon et al. (1987)

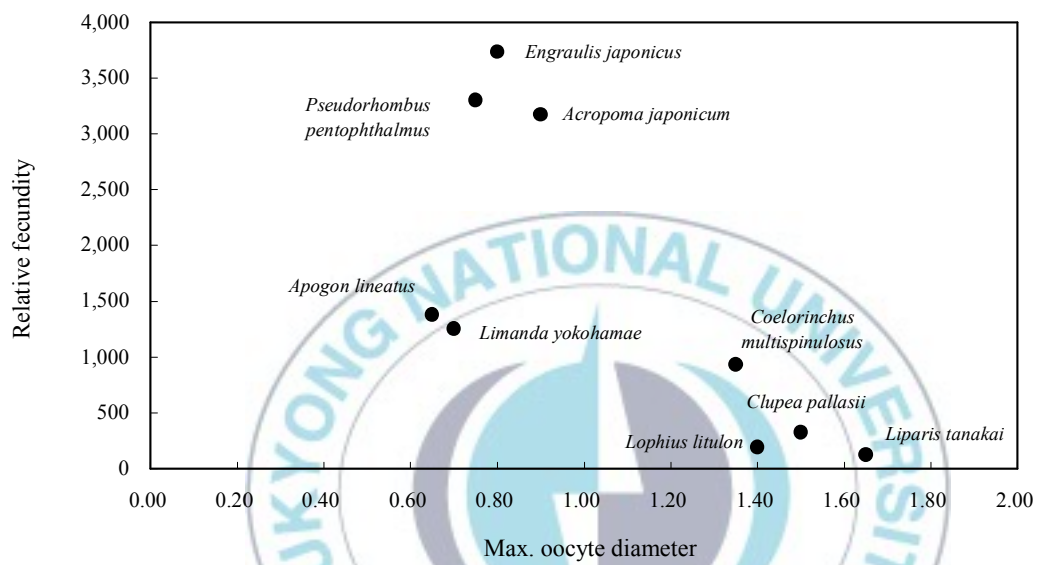


Fig. 85. Relationship between the oocytes size and relative fecundity for each species.

IV. 종합토의

본 조사해역에서 출현한 주요 우점어류는 출현시기에 따라 크게 3개의 그룹으로 나눌 수 있었다(Fig. 24, Table 34). Group I 은 조사해역에서 연중 출현량이 높았던 어종으로 청어, 멸치, 돛양태, 전갱이, 숭어, 열동가리돔, 반딧불게르치, 점넙치, 줄비늘치, 황아귀, 문치가자미, 꼼치, 전어가 속하였다. 이들은 다시 3개의 소그룹(Group I -a, I -b, I -c)으로 나눌 수 있었다(Fig. 24). Group I -a는 연중 출현량이 높았지만 가을철에 출현량이 적었던 그룹으로 청어, 멸치, 돛양태가 속하였다. 이 중 청어와 멸치는 회유성 어종이었는데, 청어는 1월에 대부분 성숙한 성어가 출현하였고, 난자치어가 출현하지 않아 조사해역에서 산란하지 않는 것으로 판단하였다. 멸치는 산란기인 4월에서 8월에 성어가 많이 출현하였고, 이 시기에 최종 성숙단계의 성숙한 개체가 출현하였으며 산란기에 어란 및 난자치어도 채집되었다. 따라서 멸치는 조사해역에서 산란하는 어종임을 알 수 있었다. 멸치는 조사해역에서 1월에서 9월까지 많이 출현하였으나 10월에서 12월까지 출현한 개체가 거의 없었다. 우리나라 주변해역에 출현하는 멸치의 수명이 약 1년 반으로 알려져 있는데(NFRDI, 2004), 조사해역에서 출현한 멸치는 봄과 여름에 조사해역에서 산란한 뒤 가을 이후 사망하는 것으로 생각해 볼 수 있다. 본 연구에서 돛양태의 성숙한 개체가 발견되지 않았고 기존 문헌에서도 아직까지 돛양태의 생식생태에 관한 연구가 없어 정확한 산란기와 성숙체장에 대하여 알 수 없었지만, 1~5월에 출현량이 많고 6~12월에 출현량이 적었던 것으로 볼 때 조사해역에서 돛양태는 대부분 비산란기에 출현하였던 것으로 유추해 볼 수 있다.

Group I -b는 연중 꾸준히 출현량이 높았지만 특히 가을에서 봄까지 출현량이 높았던 그룹으로 전갱이, 숭어, 열동가리돔, 반딧불게르치가 속하였다. 이 중 전갱이와 숭어는 회유성 어종으로(NFRDI, 2004), 조사해역에서 초기 성숙

단계의 개체가 발견된 것은 산란기에 산란을 위해 조사해역에 회유하였거나 산란지역으로 이동하는 도중에 채집된 것으로 판단된다. 송어는 회유성이 강한 어종으로, 가을에서 겨울까지 산란하는 종으로 알려져 있다(Oren, 1981; McDonough et al., 2003; NFRDI, 2004). 조사해역에 출현한 송어의 산란기는 10월에서 1월사이로 알려져 있는데(McDonough et al. 2003), 본 조사해역에서 송어는 10월에 미숙~중숙단계의 초기 성숙단계의 난을 가진 개체가 발견되었으나, 주산란 동안에 출현한 개체는 매우 적었다. 송어는 연안해역에 서식하다가 산란기에 외해로 이동하는 특징을 가지고 있는데(Oren, 1981), 조사해역에 출현한 송어는 산란기 초기에 초기 성숙단계의 개체가 출현하였고, 주산란기 동안 외해로 산란을 위해 이동한 것으로 판단된다. 열동가리돔과 반딧불게르치는 여름에서 가을에 산란하는 어종으로 이들은 산란기에 완숙단계의 난을 가진 성숙한 개체가 출현하였고, 만 0세의 어린개체가 출현하였으며, 자치어도 출현하였다.

Group I -c는 연중 일정한 개체가 꾸준히 출현한 그룹으로 황아귀, 꼼치, 줄비늘치, 점넙치, 문치가자미, 전어가 속하였다. 이중 황아귀, 꼼치, 줄비늘치, 점넙치, 문치가자미는 이동성과 회유성이 약한 저어류로 산란기 동안 완숙단계의 개체와 어린 및 자치어가 채집되어 조사해역에서 산란하는 어종임을 알 수 있었다. 이들의 산란기를 살펴보면 황아귀와 줄비늘치는 봄, 점넙치는 봄에서 여름, 꼼치와 문치가자미는 겨울이었다. 황아귀와 줄비늘치는 난자치어가 채집되지 않았으나, 이들은 저어류이고 산란기 이후 어린 개체가 채집된 것으로 유추해 볼 때 조사해역에서 산란할 것으로 예상해 볼 수 있다(Fig. 87). 그리고 점넙치와 문치가자미는 대부분 성어가 출현하였는데, 이는 이들의 어린 개체의 서식지가 다른 곳이기 때문에 본 조사어구(저인망)에 채집되지 않았던 것으로 판단된다. 그리고 점넙치는 연중 출현량이 높았으나 산란기 동안인 6월과 7월에 채집되지 않았는데, 이는 이 시기에 저층에 냉수대 출현으로(Fig. 2) 다른 곳으로 이동하였거나 연안 가까이 또는 가까운 주변해역으로 산란을

위해 이동하였기 때문으로 판단된다. 그리고 전어는 연안 회유성 어종으로 조사해역에서 산란하지 않는 것으로 조사되었다.

Group II는 조사해역에서 출현량이 높았지만 봄에서 여름까지 출현량 높았고, 성숙한 개체가 발견되지 않았던 종으로 용가자미, 샛비늘치, 성대가 속하였다. 용가자미는 5-8월에 표준체장 10.5-20.3 cm의 개체가 출현하였다. 우리나라 연안에 출현하는 용가자미의 산란기는 6-8월, 표준체장 20.0 cm에서 성숙하는 것으로 알려져 있다(Tominaga et al. 2000; NFRDI (2004). 따라서 용가자미는 조사해역에 산란기철에 출현하였으나, 대부분 미성어가 출현한 것임을 알 수 있었다. 샛비늘치는 5-7월에 일시적으로 출현하였으며, 5월에 전체 채집 개체수의 91.6%가 출현하였다. 지금까지 샛비늘치의 생식생태에 관한 연구가 거의 없어 정확한 산란기 및 성숙체장과 연령을 알 수 없었다. 샛비늘치는 수심 20-200 m에 서식하면서 섭식을 위해 수직회유하는 종으로 알려져 있다(Watanabe and Kawaguchi, 2003). 따라서 샛비늘치는 수심 200 m의 깊은 곳에 서식하다가 섭식을 위해 비교적 수심이 얕은 조사해역에 회유하는 것으로 유추해 볼 수 있다. 그러나 보다 정확한 회유 목적을 밝히기 위한 연구가 필요할 것으로 생각된다. 성대는 5월과 6월에 전체 채집개체수의 80.2%가 출현하였고, 표준체장 22.0-33.0 cm의 개체가 출현하였다. 우리나라 주변해역에 출현하는 성대의 산란기가 봄과 여름으로 알려져 있고(NFRDI, 2004), 이 시기에 출현량도 많았다. 그러나 조사기간 동안 성숙한 개체가 발견되지 않아 조사해역에 출현한 성대는 대부분이 미성어일 것으로 판단된다.

Group III은 조사해역에서 가을에서 겨울까지 출현량이 높았고 산란기에 성숙한 개체가 발견되지 않았던 그룹으로 눈볼대, 갈치, 샛돔이 속하였다. 눈볼대는 11월과 12월에 전체 채집개체수의 99.5%가 출현하였는데, 표준체장 9.1-21.5 cm의 개체가 출현하였다. 우리나라 연안에 출현하는 눈볼대의 산란기는 7-10월이고, 표준체장 25.0 cm, 연령 4세에서 성숙하는 것으로 알려져 있다(NFRDI, 2004). 따라서 눈볼대는 조사해역에 미성어가 비산란기철에 대부분

출현한 것으로 나타났다. 우리나라 주변해역에 출현하는 갈치는 봄과 여름에 산란하는 종으로 알려져 있고 최소 성숙체장은 항문장(anal length) 18.0 cm 였다(Cha and Lee, 2004). 본 연구기간동안 갈치는 조사해역에서 9월에서 1월 사이에 대부분 개체가 출현하였고, 항문장 7.4-21.1 cm의 범위를 나타내었다 (Fig. 21). 따라서 조사해역에 출현한 갈치는 대부분이 미성어가 출현하였고, 비산란기에 출현한 것으로 나타났다. 셋돔의 산란기는 3-9월이고 표준체장 17 cm 이상에서 성숙하는 것으로 알려져 있다(Wang and Chen, 1995). 본 연구에서 셋돔은 표준체장 2.8-17.3 cm의 개체가 출현하였고, 가을철에 주로 출현하여 대부분 비산란기에 미성어가 출현한 것으로 판단된다.

이상의 결과를 종합해 보면 본 조사해역에 출현한 우점 어종사이에는 거의 같은 시기에 본 조사해역을 이용하는 어종이 많았다. 이들 우점어종의 월별 출현량에 대하여 유사도를 살펴보면(Fig. 24), Group I에 속한 어종들은 60% 이상의 유사도를 보였고, 유사도에 따라 크게 3개의 소그룹으로 구분할 수 있었다. 그리고 Group II에 속한 어종들은 50% 이상의 유사도를 나타내었고, Group III에 속한 어종의 경우 다소 낮은 30% 이상의 유사도를 나타내었다. 이처럼 조사해역에 출현한 주요 우점어종들 사이에는 유사한 출현시기와 산란기를 지닌 종들이 많이 있는데, 이들 어종들 사이에 한정된 공통 자원을 두고 경쟁이 발생할 수 있다. 조사해역에 출현하는 우점 어류들은 조사해역에서 연중 서식하면서 조사해역을 섭식과 산란을 위한 장소로 이용하는 종과 조사지역을 섭식 또는 산란장소로 또는 섭식, 산란을 위한 이동경로 등으로 이용하기 위해 회유하는 종이 있었다. 이 중 조사해역에서 연중 출현량이 높은 종들은 그들의 자치어, 미성어, 성어는 공존하면서 상호간에 공간경쟁, 먹이경쟁, 산란경쟁 등이 존재할 것으로 생각되어 진다. 그리고 이들은 또한 특정시기에 출현한 종들과 또한 경쟁을 할 것이다. 조사해역에 우점하였고 연중 출현량이 높았던 어종 중에는 열동가리돔, 반딧불게르치, 황아귀, 꼼치, 줄비늘치, 점넙치, 문치가자미, 전갱이, 청어, 숭어, 멸치, 전어가 있었다. 이 중 연중 성어의

출현량이 많았고 산란기 동안 완숙단계의 난이 발견되어 조사해역에서 산란할 것으로 판단되는 종에서 부어류에는 열동가리돔, 반딧불게르치, 멸치가 있었고 저어류에는 황아귀, 꼼치, 줄비늘치, 점넙치, 문치가자미가 있었다. 본 연구에서는 출현시기가 중복되는 어종사이에 경쟁을 피하고 공존할 수 있는 기작이 있는지 다각적으로 고찰해 보았다.

Group I -a에 속하는 어류의 경우 청어와 멸치는 부어류 였고 돛양태는 저어류였다. 저어류와 부어류는 서식공간이 달라 서로 만나 직접적으로 영향을 미칠 가능성이 적다. 따라서 부어류인 청어와 멸치의 관계를 살펴보면 이들은 겨울에서 여름까지 출현량이 많았는데, 청어는 요각류(Copepoda)와 난바다곤쟁이류(Euphausia)를 주로 섭식하는 미성어가 주로 출현하였고, 멸치는 곤쟁이류(Mysidea)와 난바다곤쟁이류를 섭식하는 성어가 주로 출현하였다. 그리고 두 종의 산란기를 비교보면 청어는 겨울, 멸치는 봄에서 여름으로 달랐다. 따라서 두 종은 출현시기와 서식공간이 유사하였지만, 출현세대, 먹이생물, 산란기를 달리하여 경쟁을 피할 수 있었다. 그리고 돛양태는 저서성 어류이기 때문에 부어류인 청어와 멸치와는 공간적으로 분리되어 서식하고 있었다.

Group I -b에 속하는 어류의 경우 전갱이, 열동가리돔, 반딧불게르치, 숭어가 속하였는데 이들은 모두 부어류였다. 이들의 산란기를 살펴보면 전갱이, 열동가리돔, 반딧불게르치의 산란기는 여름에서 가을, 숭어의 산란기는 가을 이었다. 4종 중 열동가리돔과 반딧불게르치의 출현시기 유사도가 가장 높았고 산란기도 유사하였다. 열동가리돔과 반딧불게르치의 월별출현양상을 살펴보면 (Fig. 86), 미성어는 두 종 모두 1월, 2월, 4월, 11월, 12월에 출현량이 많았고, 성어의 경우 열동가리돔은 1월, 2월 4월, 11월, 반딧불게르치는 2월 4월 9월에 출현량이 많았다. 그리고 두 종의 산란기는 여름에서 가을까지로 비슷하였다. 그러나 열동가리돔은 7월에서 9월, 반딧불게르치는 8월에서 10월에 높은 GSI 값을 나타내어 산란기에서 약간 차이를 나타내었고, 열동가리돔(typeⅢ)과 반딧불게르치(typeⅡ)는 다른 생식전략을 가지고 있었다(Table 35). 그리고 두 종

의 먹이생물을 살펴보면(Table 35), 미성어 시기에 열동가리돔은 단각류(Amphipoda)와 새우류(Macrura), 반딧불게르치는 난바다곤쟁이류와 새우류를 주로 섭식하였고, 성어 시기에 열동가리돔은 새우류, 반딧불게르치는 새우류와 어류(Pisces)를 주로 섭식하였다. 따라서 두 종은 비슷한 공간에 서식하면서 출현시기와 산란시기에 유사하였지만 먹이생물과 집중산란시기, 산란형태를 달리하여 난에서 부화한 자치어에서 성어시기까지 전 생활사 동안 상호간의 경쟁을 피했을 것으로 생각된다. 전갱이와 숭어는 이동성이 강한 부어류로(NFRDI, 2004), 연중 미성어의 출현량이 많았으며 산란기에 성어의 출현량이 적었고 산란기에 초기성숙단계의 개체들이 발견되었다. 그리고 미성어 시기에 전갱이는 요각류와 새우류, 숭어는 동물플랑크톤과 유기물(detritus)를 주로 섭식하였다. 따라서 전갱이와 숭어는 출현량이 많은 미성어 시기에 다른 먹이생물을 섭식하고 성어시기에 조사지역을 산란장으로 이용하지 않음으로써 경쟁을 피할 수 있었다.

Group I -c에 속하는 어류의 경우 황아귀, 점넙치, 줄비늘치, 꼼치, 문치가자미는 저어류 였고 전어는 부어류 였다. 이들의 산란기를 살펴보면 황아귀와 줄비늘치는 봄, 점넙치와 전어는 봄에서 여름, 꼼치와 문치가자미는 겨울이었다. 전어를 제외한 5종은 저어류로써 서식공간이 유사하였는데, 이들의 먹이생물을 살펴보면 미성어시기에 미성어 시기에 황아귀는 난바다곤쟁이류와 새우류, 점넙치는 단각류와 새우류, 꼼치와 줄비늘치는 단각류와 새우류, 문치가자미는 단각류와 갯지렁이류(Polychaeta)를 섭식하였고, 성어시기에 황아귀는 어류, 점넙치는 어류와 새우류, 꼼치와 줄비늘치는 새우류, 문치가자미는 갯지렁이류를 섭식하였다. 이들 중 꼼치와 줄비늘치는 먹이생물이 유사하였는데 꼼치는 겨울, 줄비늘치는 봄에 산란하여 미성어의 출현시기를 달리하였는데 꼼치는 4-7월, 줄비늘치는 7-8월에 미성어의 출현량이 높았다. 성어의 경우 꼼치는 겨울, 줄비늘치는 연중 출현량이 높았다. 따라서 이들 2종은 산란기와 출현시기를 달리하여 경쟁을 피했을 것으로 생각된다. 그리고 꼼치와 문치가자미

는 산란시기(겨울)가 유사하였고, 미성어 시기에 먹이생물에서도 중복을 보였다(Table 35). 그러나 두 종은 같은 산란시기에 다른 산란형태를 가졌다(꼼치: type I, 문치가자미: typeⅢ). 그리고 미성어 시기에 꼼치는 주로 단각류를 섭식하였고 문치가자미는 단각류와 갯지렁이류를 섭식하여 먹이생물에서 완전한 중복을 보이지 않았고, 성어 시기에 꼼치는 새우류, 문치가자미는 갯지렁이류를 섭식하여 다른 먹이생물을 섭식하였다(Table 35). 따라서 두 종은 출현시기의 유사도가 높았고 같은 산란시기를 가졌으며, 미성어 시기에 먹이생물에서 중복을 나타내었지만 다른 산란형태와 어느 정도 다른 먹이생물을 섭식하여 경쟁을 피했을 것으로 생각된다. 전어의 경우 회유성과 이동성이 강한 부어류로 연중 성어의 출현량이 높았지만 다른 종들과 서식공간이 달라서 저어류인 황아귀, 점납치, 줄비늘치, 꼼치, 문치가자미와 경쟁이 거의 없을 것으로 생각된다.

GroupⅡ에 속하는 어류의 경우 출현시기가 서로 다른 GroupⅢ에 속한 어종과는 장소나 먹이를 두고 경쟁할 가능성이 거의 없지만 Group I에 속하면서 GroupⅡ 어류와 출현시기가 중복되는 어종 간에는 경쟁이 발생할 수 있다. GroupⅡ에 속한 어류들인 용가자미와 성대는 저어류였고, 셋비늘치는 중층성 부어류였으며, 이들은 모두 5월~6월 사이에 전체 채집개체수의 80% 이상이 출현하였다(Fig. 88). 이 시기에 용가자미는 새우류를, 성대는 새우류와 어류를 주로 섭식하는 체장의 개체가 출현하였다(Huh and Baeck, 2003; Huh et al., 2007). 그리고 셋비늘치는 난바다곤쟁이류, 요각류, 단각류 등을 주로 섭식하는 것으로 알려져 있다(Watanabe and Kawagushi, 2003). Group I에서 이 시기에 출현량이 많았던 어종 중 저어류에는 황아귀(38.2%), 꼼치(40.6%)가 있었는데(Fig. 87), 황아귀는 난바다곤쟁이류와 새우류, 꼼치는 단각류를 주로 섭식하는 미성어가 출현하였다. 따라서 이시기에 출현량이 많았던 저어류들은 새우류라는 먹이생물에서 어느 정도 중복이 있었지만, 성대와 황아귀는 새우류 외에 다른 먹이생물을 같이 섭식함으로써 경쟁을 피할 수 있었다.

GroupⅢ에 속한 어류의 경우 모두 부어류였고, 눈볼대의 경우 11월과 12월에 전체 채집개체수의 99% 이상이 출현하였고, 갈치와 샛돔을 9월~11월 사이에 각각 전체 채집개체수의 79.3%와 88.7%가 출현하였으며, 이들은 대부분 미성어가 출현하였다(Fig. 88). Group I 어류 중 부어류이면서 이 시기에 출현량이 많았던 어종에는 전갱이, 열동가리돔, 반딧불게르치, 숭어가 있었는데, 전갱이와 숭어는 미성어가 주로 출현하였다(Fig. 86). 숭어의 경우 이동성이 강한 표층 부어류이고 유기물을 섭식하는 종으로 알려져 있기 때문에 출현시기가 유사한 종들과 공간 및 먹이경쟁의 가능성이 적을 것으로 판단된다. 눈볼대는 11월과 12월에 출현량이 많았는데, 이 시기에 특히 출현량이 많았던 전갱이와 열동가리돔의 미성어와 경쟁 가능성이 있을 것으로 판단된다. 그러나 미성어 시기에 눈볼대는 새우류와 어류, 전갱이는 요각류와 새우류, 열동가리돔은 단각류를 주로 섭식하여 상호간 먹이경쟁을 피할 수 있었다. 그리고 열동가리돔과 반딧불게르치는 갈치와 샛돔과 유사하게 9월~11월에 출현량이 많았다. 이 시기에 갈치는 새우류와 어류를 주로 섭식한 표준체장 11 cm 이상의 개체가 주로 출현하였는데(Fig. 21; Choo, 2007), 이 시기에 출현한 반딧불게르치 성어와 먹이생물이 유사하였다. 그러나 반딧불게르치 성어는 9월에 특히 출현량이 높았고(Fig. 86), 성어시기에 어류보다 새우류를 더 많이 섭식하여 어류를 더 많이 섭식한 갈치와 어느 정도 경쟁을 피할 수 있었다(Choo, 2007). 그리고 샛돔은 해파리와 요각류 같은 동물플랑크톤을 주로 섭식하여(Table 36), 동시에 출현한 다른 어종들과 먹이생물을 달리하여 경쟁을 피할 수 있었다.

출현시기의 중복 외에 산란기가 유사한 종들은 비슷한 시기에 어란 및 자치어가 출현하기 때문에 이들 자치어 사이에서 공간 및 먹이경쟁이 존재할 수 있다. 그러나 산란시기가 유사했던 종들은 대부분 산란기동안 다른 산란형태를 선택함으로써 경쟁을 피할 수 있었다. 예를 들어 열동가리돔과 반딧불게르치는 유사한 산란기를 가졌지만 열동가리돔은 작은 최대난경과 적은 상대포란수, 부모의 보호가 있는 산란형태(typeⅢ)를 가졌고, 반딧불게르치는 작은 최

대난경과 많은 상대포란수를 가지는 산란형태(type II)를 가졌다. 그리고 열동가리돔은 산란기 동안 연안 가까운 곳의 표층으로 이동하여 삼각망에 의해 주로 채집되었다. 따라서 두 종은 산란기 동안 다른 공간에서 산란하는 것으로 생각해 볼 수 있다. 황아귀와 줄비늘치, 멸치와 점넙치 또한 산란시기와 산란형태가 유사하였다. 그러나 황아귀의 경우 자치어 및 미성어 시기에서부터 비교적 큰 입을 가져 화살벌레(Sagittoidea), 어류, 새우류 등 비교적 큰 먹이생물을 섭식할 수 있다(Baek and Huh, 2003). 따라서 황아귀는 같은 시기에 출현한 자치어와 먹이생물 경쟁에서 유리한 위치에 있을 수 있다. 줄비늘치의 경우 황아귀에 비하여 비교적 긴 산란기(2월~6월)와 상대적으로 많은 상대포란수를 가져 황아귀와 경쟁을 피할 수 있었다. 멸치와 점넙치 역시 산란시기와 산란형태가 유사하였지만, 멸치는 회유성 어종으로 조사지역에서 산란기동안 8월에 집중 출현하여 산란하였다. 그리고 두 종의 먹이생물 또한 달랐는데 멸치는 미성어 시기에 요각류, 성어 시기에 곤쟁이류와 난바다곤쟁이류 등 동물 플랑크톤을 주로 섭식하였고, 점넙치는 미성어 시기에 단각류와 새우류, 성어 시기에 어류와 새우류 등 저서생물을 주로 섭식하였다. 따라서 두 종은 집중 산란시기와 서식공간 및 먹이생물을 달리하여 경쟁을 피할 수 있었다.

유사한 먹이생물 섭식 또한 어류 사이에서 경쟁의 요소로 작용할 수 있다. 조사지역에서 산란하는 우점어류 중에서 열동가리돔과 꼼치, 줄비늘치는 미성어와 성어시기에 먹이생물이 유사하였다(Table 35). 그러나 이 3종의 산란기를 살펴보면 열동가리돔은 여름에서 가을, 꼼치는 겨울, 줄비늘치는 봄에 산란하여 자치어의 출현시기를 달리하였다. 그리고 미성어 및 성어의 주요 출현시기도 달랐는데, 미성어의 경우 열동가리돔은 1월, 2월, 4월, 11월, 12월, 꼼치는 4월에서 8월, 줄비늘치는 7월에 많이 출현하였다. 성어는 열동가리돔의 경우 11월에서 4월, 꼼치는 1월에서 3월, 줄비늘치는 8월과 9월을 제외하고 연중 꾸준히 출현하였다(Fig. 87). 따라서 3종은 산란기, 주요 출현시기를 달리하여 자치어, 미성어, 성어의 먹이경쟁을 피할 수 있었다. Choo (2007)의 연구에서도 이

들 3종을 최대 출현시기를 달리하여 먹이경쟁을 피하였다고 하였다.

이상을 요약해 보면 다음과 같다. 본 연구의 조사해역에는 다양한 어류가 출현하면서 공존하고 있다. 이들은 출현시기, 서식공간, 산란시기, 먹이생물 등이 유사한 종들 사이에서 경쟁이 발생할 수 있다. 예를 들어 출현시기와 서식공간이 유사한 종들은 한정된 시간과 공간에서 공통의 자원을 이용해야 하기 때문에 공간경쟁, 먹이경쟁 등이 발생할 수 있다. 산란기가 유사한 종들은 비슷한 시기에 자치어가 출현하기 때문에 자치어의 출현시기에 자치어 사이에서 공간 및 먹이경쟁이 발생할 수 있다. 그러나 조사해역에 출현하는 각각의 어종들은 출현시기가 유사한 종들의 경우 서식공간과 먹이생물을 달리하여 경쟁을 피할 수 있었고, 먹이생물이 유사한 종들은 출현시기와 서식공간을 달리하거나 다른 먹이생물을 섭식하는 세대가 출현하여 경쟁을 피할 수 있었다. 그리고 산란시기가 유사한 종들은 산란형태와 전략을 달리하여 자치어 사이에 발생할 수 있는 경쟁을 최소화 하였다. 이와 같이 조사해역에 출현하는 주요 우점 어종들은 시간적으로, 공간적으로 그리고 먹이생물 자원을 분할 이용함으로써 공존하고 있음을 알 수 있었다.

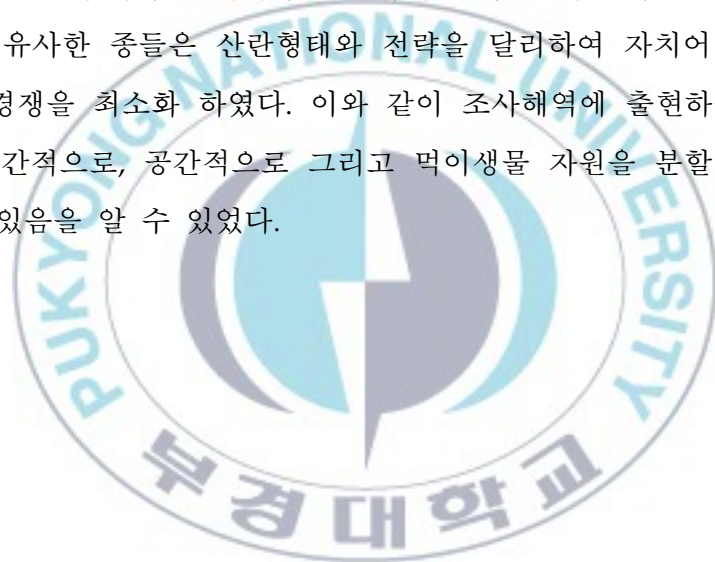


Table 34. Classification resident types of dominant fish species in the coastal waters off Gori, Korea

Group (in Figure 24)		Species	*Spawning season	Group maturity		Occurrence				*Reference
				Size (cm, SL)	*Age (year)	E&L	J	IA	MA	
Group I	I -a	<i>Clupea pallasii</i>	Dec.-May	19.0	2		●	○	●	NFRDI (2004)
		<i>Engraulis japonicus</i>	Apr.-Sep.	8.8	1	◎		○	●	NFRDI (2004)
		<i>Repomucenus lunatus</i>					●	○		
	I -b	<i>Trachurus japonicus</i>	Jun.-Sep.	18.4	2		●	○	●	Nishida and Hasegawa (1994)
		<i>Mugil cephalus</i>	Oct.-Jan.	50	3			○	●	McDonough et al. (2003)
		<i>Apogon lineatus</i>	Aug.-Oct.	5.4	1	◎	●	○	●	Kume et al. (1998)
		<i>Acropoma japonicum</i>	Aug.-Nov.	6.0	1	◎	●	○	●	Okuda et al. (2005)
	I -c	<i>Konosirus punctatus</i>	Apr.-Aug.	15.4	1	◎		○	●	Lee (1983)
		<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	Apr.-Oct.	18.8	1-2	◎		○	●	NFRDI (2004)
		<i>Coelorinchus multispinulosus</i>	Mar.-Jul.	20.1			●	○	●	
		<i>Lophius litulon</i>	Mar.-Jun	49.5	3		●	○	●	Cha et al. (1998)
		<i>Liparis tanakai</i>	Dec.-Mar.	38.2	1	◎	●	○	●	Kosaka (1971)
		<i>Limanda yokohamae</i>	Dec.-Feb.	28.8	2-3	◎		○	●	Solomon et al. (1987)
Group II		<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	Jun.-Aug.	20						Tominaga et al. (2000)
		<i>Myctophum nitidulum</i>						○		
		<i>Chelidonichthys kumu</i>	Apr.-Jun.	27	3					NFRDI (2004)
Group III		<i>Doederleinia berycoides</i>	Jul.-Oct.	25	4					NFRDI (2004)
		<i>Trichiurus lepturus</i>	Apr.-Aug.	18	2		●			Cha and Lee (2004)
		<i>Psenopsis anomala</i>	Mar.-Aug.	16.8	2-3	◎	●	○		Wang and Chen (1995)

(E&L: Egg and larvae, J: Juvenile individuals, IA: Immatured adult individuals, MA: Matured adult individuals)

Table 35. Comparison of spawning period, spawning type, main occurrence time, prey items between fishes species of Group I in the coastal waters off Gori, Korea

Group I (in figure 24)	Species	Habitat	Spawning season	Spawning type (in figure 84)	Prey items*		Reference*
					Juvenile fish	Adult fish	
I -a	<i>Clupea pallasii</i>	Water column	Winter	type I	Co, Eu	Ma	Choo (2007)
	<i>Engraulis japonicus</i>		Spring- Summer	type II	Co	My, Eu	Jun (1992)
	<i>Repomucenus lunatus</i>	Bottom					
I -b	<i>Trachurus japonicus</i>	Water column	Summer- Autumn		Co, Ma	Ma, Pi	NFRDI (2004)
	<i>Apogon lineatus</i>			type III	Am, Ma	Ma	Choo (2007)
	<i>Acropoma japonicum</i>			type II	Eu, Ma	Ma, Pi	Choo (2007)
	<i>Mugil cephalus</i>		Autumn		Zoopl., Detritus	POM	Blaber (1976), NFRDI (2004)
I -c	<i>Lophius litulon</i>	Bottom	Spring	type I	Eu, Ma	Pi	Choo (2007)
	<i>Coelorinchus multispinulosus</i>			type I	Am, Ma	Ma	Choo (2007)
	<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>		Spring-Su mmer	type II	Am, Ma	Pi, Ma	Choo (2007)
	<i>Liparis tanakai</i>		Winter	type I	Am, Ma	Ma	Choo (2007)
	<i>Limanda yokohamae</i>			type III	Am, Po	Po	Kawk & Huh (2003), Omori (1974)
	<i>Konosirus punctatus</i>	Water column	Spring-su mmer		Zoopl.	Detritus	NFRDI (2004)

(Am: Amphipoda, Co: Copepoda, Eu: Euphausiacea, Ma: Macrura, My: Mysidacea, Pi: Pisces, Po: Polychaeta)

Table 36. Comparison of spawning period, spawning type, main occurrence time, prey items between fishes species of Group II & III in the coastal waters off Gori, Korea

Group II & III (in figure 24)	Species	Habitat	Main occurrence time (month)	Prey items*		Reference*
				Juvenile fish	Adult fish	
II	<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	Bottom	May - Jun.	Co, Ma	Ma, Ce	Huh and Baeck (2003)
	<i>Chelidonichthys kumu</i>		May - Jun.	Po, Ma, Br	Ma, Pi	Huh et al. (2007)
	<i>Myctophum nitidulum</i>	Water column	May	Eu, Co, Am		Watanabe & Kawagushi (2003)
III	<i>Doederleinia berycoides</i>	Water column	Nov. - Dec.	Ma, Pi	Pi	Oh (2009)
	<i>Trichiurus lepturus</i>		Sep. - Nov.	Eu, Ma	Pi, Ma	Choo (2007)
	<i>Psenopsis anomala</i>		Sep. - Nov.	Co, Jellyfish	MA	NFRDI (2004)

(Am: Amphipoda, Br: Brachyura, Ce: Cephalopoda, Co: Copepoda, Eu: Euphausiacea, Ma: Macrura, Pi: Pisces, Po: Polychaeta)

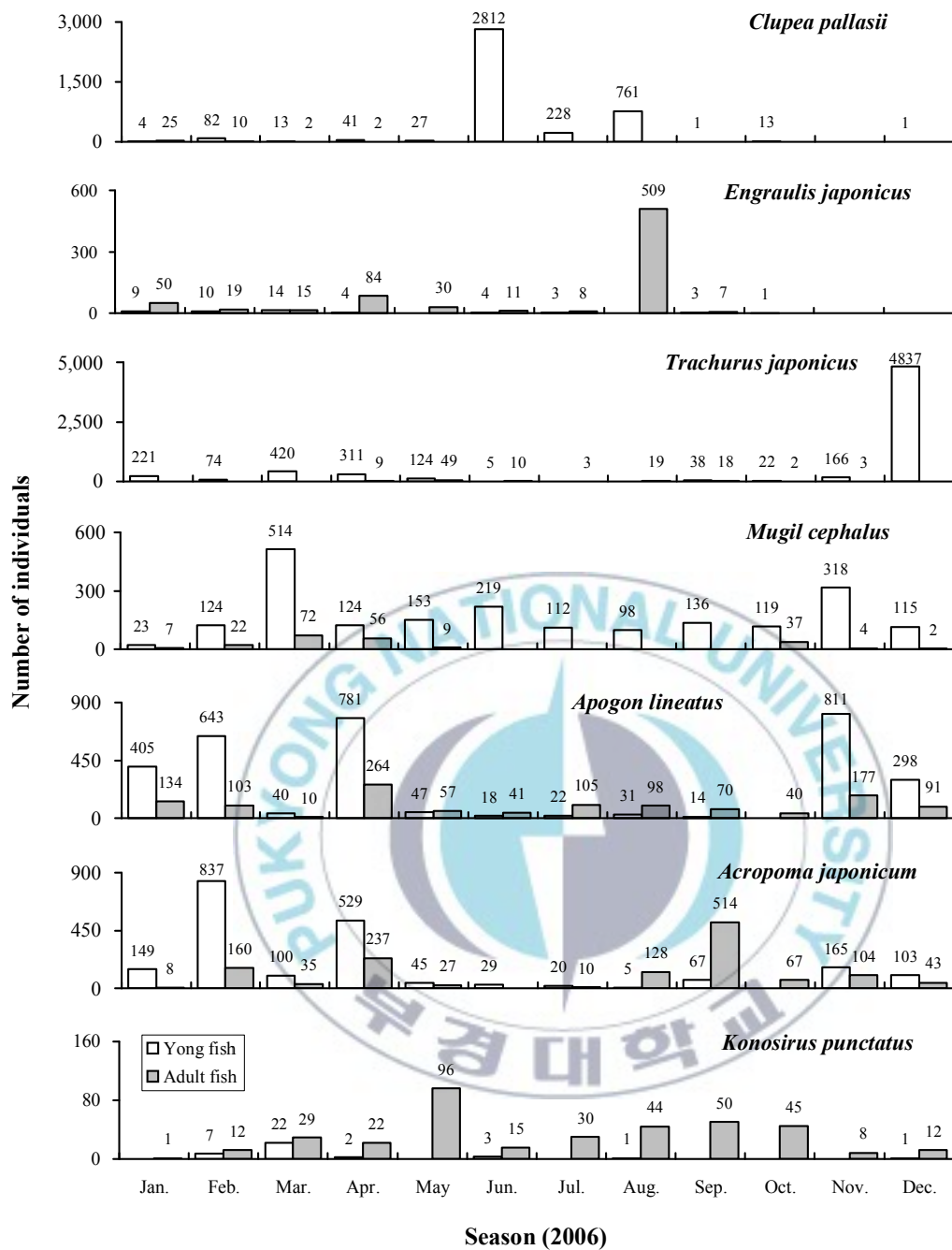


Fig. 86. Monthly variation in abundance of young and adult fish of pelagic species (Group I in figure 24) in the coastal waters off Gori, Korea.

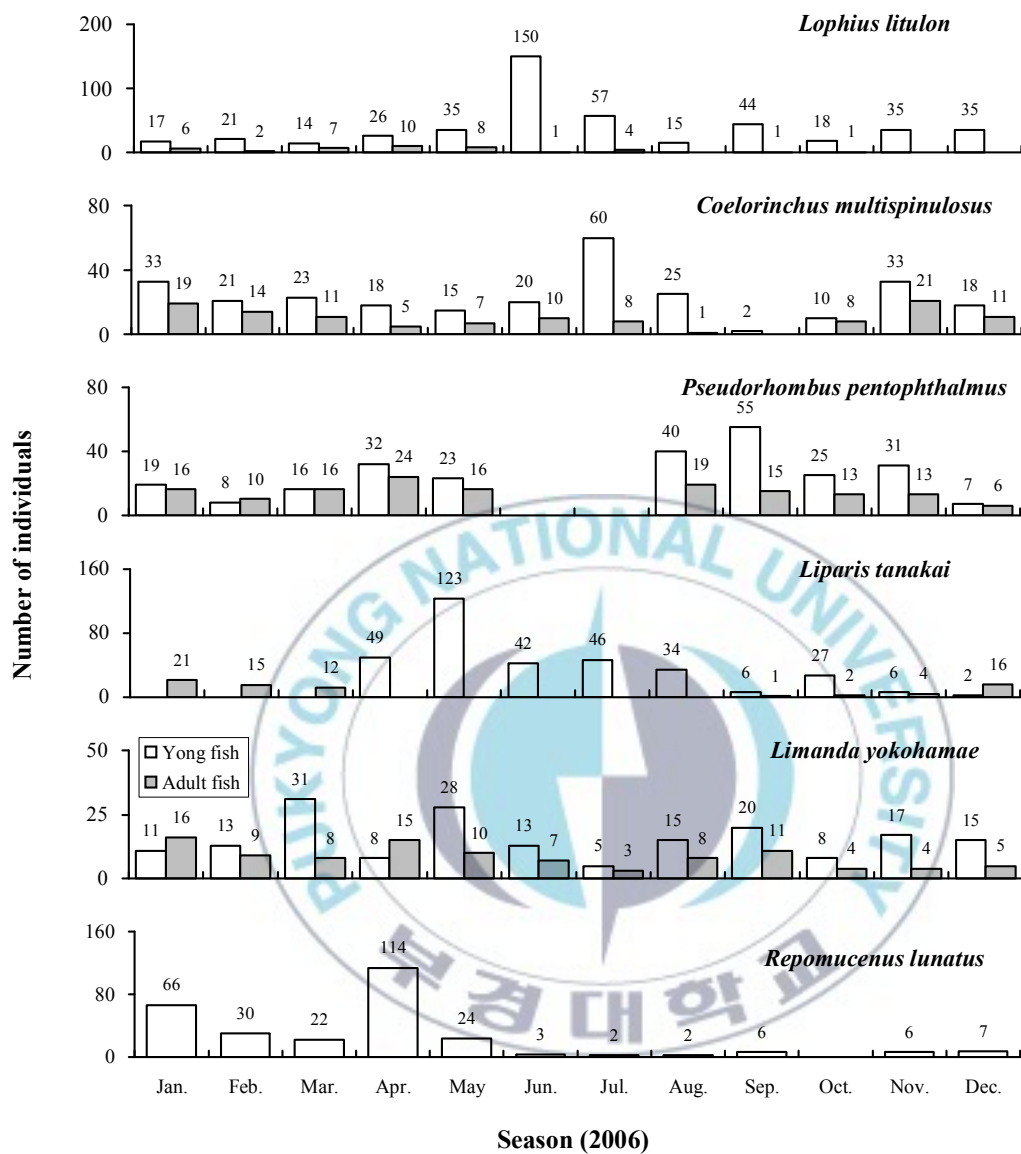


Fig. 87. Monthly variation in abundance of young and adult fish of demersal species (Group I in figure 24) in the coastal waters off Gori, Korea (*Repomucenus lunatus* is pooled individuals data).

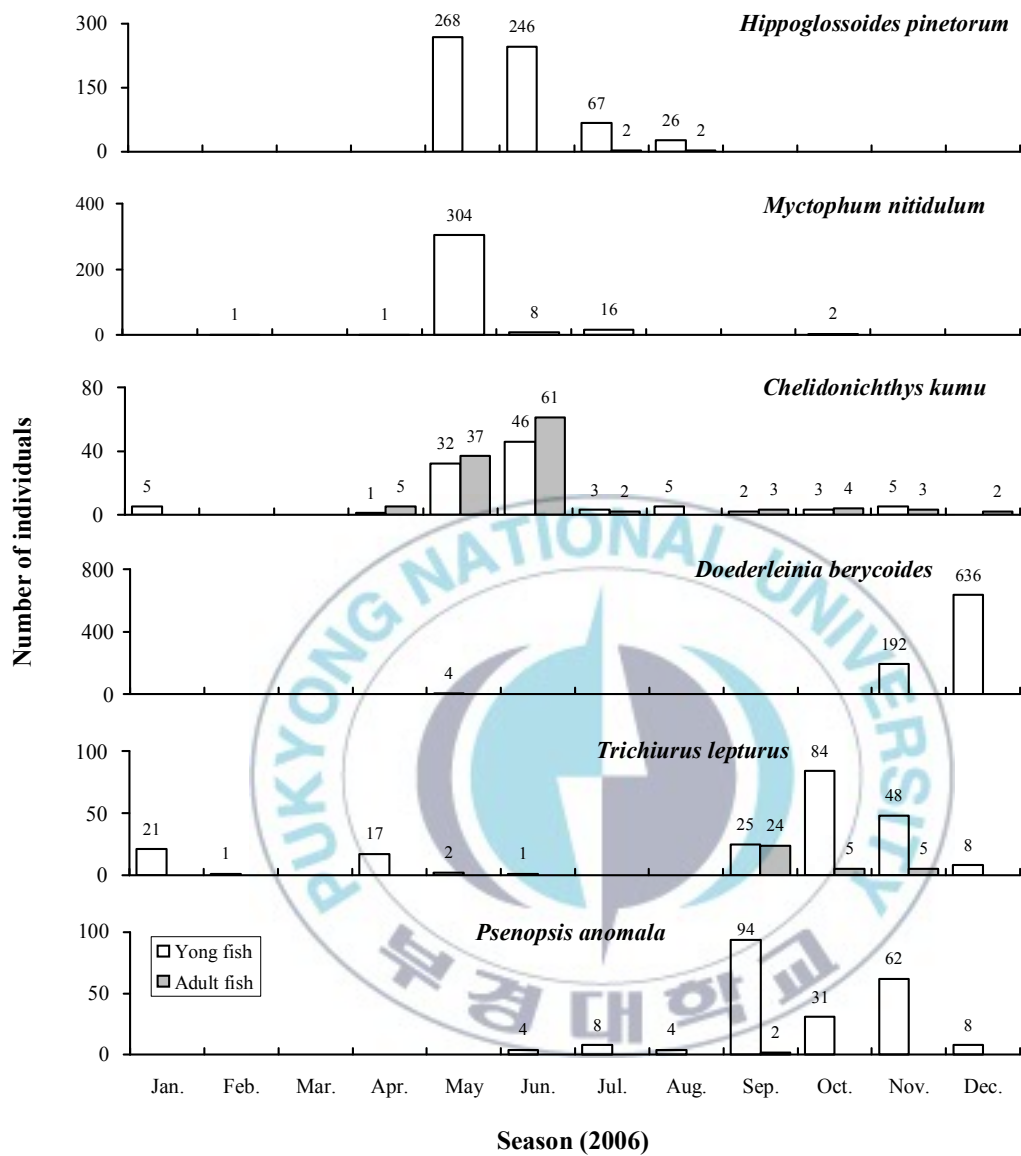


Fig. 88. Monthly variation in abundance of young and adult fish of Group II&III species (in figure 24) in the coastal waters off Gori, Korea (*Myctophum nitidulum* is pooled individuals data).

V. 요약

한국 동해 남부 고리주변해역에서 출현하는 어류의 종조성과 생식생태를 조사하기 위하여 2006년 1월에서 12월 까지 매월 소형기선저인망과 삼각망을 이용하여 어류를 채집하였고, 난자치어네트를 사용하여 난자치어를 채집하였다.

조사기간 동안 총 15목 51과 77종의 어류가 소형기선저인망에 의해 채집되었고, 9목 35과 59종의 어류가 삼각망에 의해 채집되었다. 소형기선저인망에 의해서는 열동가리돔, 반딧불게르치, 황아귀, 꼼치 등과 같은 중·저층성 어류가 주로 채집되었고, 삼각망에 의해서는 숭어, 전갱이 등과 같은 표층성 어류가 주로 채집되었다. 조사해역에 출현한 주요 우점어류들은 그들의 출현시기의 유사도에 따라 총 3개의 그룹으로 나눌 수 있었다. 첫 번째 그룹은 연중 출현량이 높았던 그룹으로 다시 3개의 소그룹으로 나눌 수 있었다. 두 번째 그룹은 봄에서 여름까지 출현량이 높았고, 세 번째 그룹은 가을에서 겨울까지 출현량이 높았다.

조사기간 동안 난자치어네트에 의해 멸치어란 1종과 미확인 어란이 채집되었고 20종, 4과, 미확인 자치어가 채집되었다. 가장 우점하는 어란과 자치어는 멸치였고 각각의 난자치어는 다른 시기에 출현하였다.

조사해역에 출현한 주요 우점어류의 생식생태를 조사한 결과 그들의 월 GSI 변동의 유사성에 따라 4개의 산란그룹으로 나눌 수 있었다. 첫 번째 그룹은 봄에 산란하는 어종으로 황아귀와 줄비늘치가 속하였다. 두 번째 그룹은 봄에서 여름에 산란하는 어종으로 멸치, 전어, 점넙치가 속하였다. 세 번째 그룹은 여름에서 가을까지 산란하는 어종으로 전갱이, 열동가리돔, 반딧불게르치가 속하였다. 네 번째 그룹은 겨울에 산란하는 어종으로 청어, 꼼치, 문치가자미가 속하였다. 주요 우점어류의 산란전략을 알아보기 위하여 난경과 상대포란수의 관계를 조사한 결과 3개의 산란전략으로 구분할 수 있었다. 첫 번째는

가장 큰 난경과 적은 상대포란수를 가진 어종으로 청어, 황아귀, 꼼치, 줄비늘치가 속하였다. 두 번째는 작은 난경과 많은 상대포란수를 가진 어종으로 반딧불게르치, 멸치, 접넙치가 속하였다. 세 번째는 적은 상대포란수와 작은 난경을 가진 어종으로 열동가리돔과 문치가자미가 속하였다. 이들은 다른 전략에 비하여 자치어 시기에 먹이경쟁에서 불리 할 수 있기 때문에, 열동가리돔은 구내보육의 전략, 문치가자미를 침성점착란의 전략을 가졌다.

조사해역의 우점 어류들은 공중하는 어류들과 경쟁이 발생 할 수 있는데, 이러한 경쟁은 출현시기, 먹이생물, 산란기 등이 유사한 어종 사이에서 발생할 가능성이 높았다. 그러나 각 어종들은 연중 다른 최대 출현시기를 보이거나, 같은 산란기 동안 다른 산란전략을 택하고, 출현시기가 유사한 어종사이에서는 다른 먹이생물을 섭식함으로써 경쟁을 최소화하고 공존할 수 있는 것으로 판단된다.



VI. 참고문헌

- Aida, K. 1991. Environmental regulation of reproductive rhythms in teleosts. Bull.. Inst. Zool. Academia Sinica, Monograph, 16, 173-187.
- Aida, K., V. Nagama and T. Hibiya. 1973. Physical studies on the gonadal maturation of fish. I. Sexual difference in composition of plasma protein of ayu in relation to gonadal maturation. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 39, 1091-1106.
- An, Y.R. 2002. Species composition and seasonal variation of fish assemblage in the Coastal Waster off Gadeok-do, Korea. Ph.D. Thesis, Pukyong Natl. Univ., 1-212. (in Korean)
- Anderson, W.W. 1958. Larval development, growth, and spawning of striped mullet (*Mugil cephalus*) along the south Atlantic coast of the United States. Fish. Bull., 58, 501-519.
- Baeck, G.W. 2003. Comparative fisheries ecology on three tonguefish species, genus *Cynoglossus*, from the Yosu coast, Korea and the Seto Inland Sea, Japan. Ph.D. Thesis, Hiroshima Univ., 1-128.
- Baeck, G.W. and J.W. Kim. 2004. Maturation and spawning of robust tonguefish (*Cynoglossus robustus* (Soleidae; Teleostei)). J. Fish. Sci. Tech., 7, 136-140.
- Baeck, G.W., J.W. Kim, S.H. Huh and J.M. Park. 2007. Maturation and spawning of female spanish mackerel (*Scomberomorus niphonius*) in the Coastal Waters off Busan. J. Korean Fish. Soc., 40, 248-253. (in Korean)
- Baeck, G.W. and S.H. Huh. 2003. Feeding habits of juvenile *Lophius litulon* in the coastal waters of Kori, Korea. J. Korean Fish. Soc., 36, 695-699.

- (in Korean)
- Baeck, G.W. and S.H. Huh. 2004. Maturation and spawning of *Repomucenus valenciennei* collected in Gwangyang Bay, Korea. Korean J. Ichthyol., 16, 87-93. (in Korean)
- Blaber, S.J.M. 1976. The food and feeding ecology of Mugilidae in the St. Lucia lake systems. Biol. J. Linn. Soc., 8, 267-277
- Blaxter, J.H.S. and G. Hampel. 1963. The influence of egg size on herring larvae (*Clupea harengus* L). J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer, 28, 211-240.
- Bray, J.R. and J.T. Curtis. 1957. An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin. Ecol. Monogr., 27, 325-349.
- Cha, B.Y., Y.C. Park and S.H. Huh. 1998. Age and growth of the yellow goosefish, *Liphius litulon*. J. Korean Fish. Soc., 31, 529-534. (in Korean)
- Cha, H.K. and D.W. Lee. 2004. Reproduction of Hairtail, *Trichiurus lepturus* Linnaeus, in Korean Waters - Maturation and Spawning -. J. Korean Soc. Fish. Res., 6, 54-62. (in Korean)
- Cha, H.K., K.Y. Park, S.I. Lee, H.W. Park, H.C. Kwon and S.H. Choi. 2006. Maturity and spawning of brown sole, *Pleuronectes herzensteini* (Jordan et Snyder) in the East Sea of Korea. Korean J. Ichthyol., 18, 363-367. (in Korean)
- Cha, H.K., Y.M. Choi, J.H. Park, J.Y. Kim and M.H. Sohn. 2002. Maturation and spawning of the chub mackerel *Scomber japonicus* Houttuyn in Korean Waters. J. Korean Soc. Fish. Res., 5, 24-33. (in Korean)
- Cha, S.S., K.J. Park, J.M. Yoo and Y.K. Kim. 1991. Distribution of ichthyoplankton in the adjacent waters of Wolsong, Korea. Korean J. Ichthyol. 3, 11-23. (in Korean)
- Chang, S.D., S.Y. Hong, C.K. Park, P. Chin, B.G. Lee, T.Y. Lee, Y.J. Kang

- and Y. Gong. 1980. Studies on the migration of anchovy *Engraulis japonicus* in Korean waters. Publ. Inst. Mar. Sci. Natl. Fish. Univ. Busan, 12, 1-38. (in Korean)
- Chimura, M., Y. Watanabe, H. Okouchi and N. Shirafuji. 2009. Hatch-period-dependent early growth and survival of pacific herring *Clupea pallasii* in Miyako Bay, Japan. J. Fish. Biol., 74, 604-620)
- Choi, J.K, H.J. Kim, I.K. C.B. Park, C.H. Lee, Y.B. Song, K.J. Lee, I.K. Yeo, J.U. Lee, D.S. Chang, D.S. Ha and Y.D. Lee. 2004. Annual reproductive cycle and sexual characteristics of horsehead *Branchiostegus japonicus*. Korean J. Ichthyol., 16, 282-294. (in Korean).
- Choo, H.G. 2007. Species composition and feeding ecology of fishes in the coastal waters off Kori, Korea. Ph.D. Thesis, Pukyong Natl. Univ., 1-126. (in Korean)
- Chun, Y.Y., S.J. Hwang, Y.H. Hur and K.H. Han. 2004. Characteristics of the distribution of ichthyoplankton along the eastern coast of Korea. J. Korean Soc. Fish. Res., 6, 33-45. (in Korean)
- Chung, E.Y. and S.Y. Kim. 1994. On the maturity and spawning of the greenling *Hexagrammos agrammus* (Temminck et Schlegel). J. Korean Ichthyol., 6, 222-236. (in Korean)
- Chyung, M.K. 1977. The Fishes of Korea. Ilji-sa, Seoul, 1-727. (in Korean)
- Cushing, D.H. 1975. Marine Ecology and Fisheries. Cambridge Univ. Press, London, 1-292.
- De Valaming, V.L. 1972. The effects of diurnal thermoperiod treatments on reproductive function in the estuarine gobiid fish, *Gillichthys mirabilis* Cooper. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 9, 155-163.
- Diand, J.S. 2004. Biology and Ecology of Fishes, 2ed. Copper Publ.,

- Traverse, 1-498.
- Encina, L. and C. Granado-Lorencio. 1997. Seasonal variations in the physiological status and energy content of somatic and reproductive tissues of chub. *J. Fish. Biol.*, 50, 511-522.
- Gonzales, B.J., N. Taniguchi and O. Okamura. 1997. Spawning cycle two dragonet species, *Calliurichthys japonicus* and *Repomucenus huguenini*, in Tosa Bay, Southern Japan. *Fish. Sci.*, 63, 15-21.
- Haddy, J.A. and N.W. Pankhurst. 1998. Annual change in reproductive condition and plasma concentrations of sex steroids in black bream, *Acanthopagrus butcheri* (Munro) (Sparidae). *Mar. Freshw. Res.*, 49, 389-397.
- Han, K.H., D.Y. Kim, D.S. Jin, S.S. Shin, S.R. Baik and S.H. Oh. 2001. Seasonal variation and species composition in ichthyoplankton in Suncheon Bay, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 13, 136-142. (in Korean)
- Han, K.H. and D.G. Kim. 2007. Quantitative variation and species composition of ichthyoplankton in coastal waters of Uljin, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 19, 332-342. (in Korean)
- Han, K.H., Y.H. Shin and D.S. Hwang. 2002. Seasonal variation in species composition of ichthyoplankton off Kohung peninsula, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 14, 45-52. (in Korean)
- Han, K.H., J.S. Hong, Y.S. Kim, K.A. Jeon, Y.S. Kim, B.K. Hong and D.S. Hwang. 2003. Species composition and seasonal variation of ichthyoplankton in coastal waters of Yeongil Bay, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 15, 87-94. (in Korean)
- Hirota, Y., S. Uehara and H. Honda. 2004. Ontogenetic change of feeding selectivity in juvenile jack mackerel *Trachurus japonicus* collected off

- south-east Kyushu, Japan. Fish. Sci., 70, 100-107.
- Huh, S.H. and G.W. Baeck. 2003. Feeding habits of *Hippoglossoides pinetorum* collected in the coastal waters of Kori, Korea. Korean J. Ichthyol., 15, 157-161. (in Korean)
- Huh, S.H., J.M. Park and G.W. Baeck. 2007. Feeding habits of bluefin searobin (*Chelidonichthys spinosus*) in the coastal waters off Busan. Korean J. Ichthyol., 19, 51-56. (in Korean)
- Inaba, S., Y. Nishikawa and I. Uotani. 1995. Food habit of snake mackerel larvae. J. Fac. Mar. Sci. Technol. Tokai Univ., 39, 111-128. (in Japanese)
- Jacot, A.P. 1920. Age, growth, and scale character of the mullets, *Mugil cephalus* and *Mugil curema*. Trans. Am. Fish. Soc., 39, 199-229.
- Jo, C.O. 2001. Change in species composition of the fishes collected in the coastal waters off Kori. MS Thesis, Pukyong Natl. Univ., 1-78. (in Korean)
- Jun, C.W. 1992. Feeding habits of *Engraulis japonicus*. MS. Thesis, Pukyong Natl. Univ., 1-28. (in Korean)
- Kanno, Y. 1981. On the life history of herring, *Clupea pallasii* Cuvier et Valenciennes, in the brackish lake notoro, Hokkaido III. Reproductive characteristics and feeding habits. Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ., 32, 316-328.
- Kang, Y.J., D.H. Kwon and C.I. Zhang. 1999. A Population ecological study of white croaker, *Argyrosomus argentatus* Houttuyn in Korean Waters. III. Maturation and spawning. J. Korean Soc. Fish. Res., 2, 61-67. (in Korean)
- Kawasaki, T., H. Hishimoto and H. Honda. 1983. Selective of life histories and its adaptive significance in a snailfish *Liparis tanakai* from Sendai

- Bay. Bull. Jan. Soc. Sci. Fish., 49, 367-377
- KEPRI (Korea Electronic Power Research Institute). 2005~2007. Environmental Survey and Assessment around the Gori Nuclear Power Plant (2005~2007 annual report). Korea Electronic Power Co. (in Korean).
- Kim, C.H. and K. Kim. 1983. Characteristics and origin of the cold water mass along in the coast of Korea. J. Ocean. Soc. Korean, 18, 73-83. (in Korean)
- Kim, D.J. 1998. Seasonal variation of species composition of demersal fish off Kori. MS. Thesis, Pukyong Natl. Univ., 1-78. (in Korean)
- Kim, J.Y. and N.C.H. Lo. 2001. Temporal variation of seasonality of egg production and the spawning biomass of Pacific anchovy, *Engraulis japonicus*, in the sothern waters of Korea in 1983-1994. Fish. Oceanogr., 10, 297-310.
- Kim, J.Y., Y.J. Lim, S.G. Choi, H.K. Cha, E.L. Kim, J. Oh and T.W. Lee. 2004. Distribution of major commercial fish larvae in the Southern Sea and off Jeju island of Korea in spring. Korean J. Ichthyol., 16, 141-148. (in Korean)
- Kim, U.K., J.G. Myoung and J.S. Park. 1983. Eggs development and larvae of the right-eye flounder, *Limanda yokohame* Gunther. Bull. Korean Fish. Soc., 16, 389-394. (in Korean)
- Kim, Y.U., K.H. Han and B.H. Kim. 1993. The embryonic and larvae development of the greenling *Hexagrammos otakii* Jordan et Starks. Korean J. Ichthyol., 5, 151-159. (in Korean)
- Kim, S. and C.H. Zhang. 1994. Fish Ecology. Seoul Press, Seoul, 1-273. (in Korean)

- Kim, U.K., K.H. Kim, C.B. Kang and J.R. Koh. 1994. Distribution of ichthyoplankton in Kori, Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 27, 633-642. (in Korean)
- King, M.G. 2007. Fisheries Biology, Assessment and Management: 2nd ed. Blackwell Publ., Oxford, 1-382.
- KNSO. 1963-2007. Fishery Production Survey. Korea Natl. Statistical Office. each year.
- Kosaka, M. 1971. On the ecological niche of the sea-snails, *Liparis tanakai* in Sendai Bay. J. College of Marine Science and Technology, Tokai Univ., 5: 27~41. (in Japanese)
- Kume, G., A. Yamaguchi, I. Aoki and T. Taniuchi. 2000. Reproductive biology of the cardinalfish *Apogon lineatus* in Tokyo Bay, Japan. Fish. Sci., 66, 947-954.
- Kume, G., A. Yamaguchi and T. Taniuchi. 1998. Age and growth of the cardinalfish *Apogon lineatus* in Tokyo Bay, Japan. Fish. Sci., 64, 921-923.
- Kwak, S.N. and S.H. Huh. 2003. Feeding habits of *Limanda yokohomae* in the eeglass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. J. Korean Fish. Soc., 36, 522-527. (in Korean)
- Lee, C.S., Y.H. Hur, J.Y. Lee, W.K. Kim, S.H. Hong, S.J. Hwang and S.H. Choi. 2005. Maturity and spawning of pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in the East Sea. J. Korean Fish. Soc., 38, 245-250. (in Korean)
- Lee, S.J., Y.B. Go and B.J. Kim. 2006. Seasonal variation of species composition and distribution of fish eggs and larvae in the western part of Jeju island, Korea. Korean J. Ichthyol., 18, 129-140. (in Korean)
- Lee, T.W. 1983. Age composition and reproductive period of the shad, *Konosirus punctatus*, in Cheonsu Bay. J. Ocean. Soc. Korea, 18,

161-168.

- Leis, J.M. and B.M. Carson-Ewart. 2004. The Larvae of Indo-Pacific Coastal Fishes: An Identification Guide to Marine Fish Larvae, 2nd. Brill, Boston, 1-850.
- Lim, J.Y. and I.S. Ok. 1977. Studies on the occurrence and distribution of eggs and larvae of anchovy in the Korean waters. Bull. Natl. Fish. Res. Dev. Agency, 16, 73-86. (in Korean)
- MacArthur, R and E.O. Wilson. 1967. The Theory of Island Biogeography. Princeton Univ. Press (2001 reprint), 1-224.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Arago, T. Ueno and T. Yoshino (eds.). 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago, Text and Plates. Tokai Univ. Press, Tokyo, 1-1162. (in Japanese)
- McDonough, C.J., W.A. Roumillat and C.A. Wenner. 2003. Fecundity and spawning season of striped mullet (*Mugil cephalus* L.) in South Carolina estuaries. Fish. Bull., 101, 822-834.
- Milton, D.A., S.J.M. Blaber and N.J.F. Rawlinson. 1994. Reproductive biology and egg production of three species Clupeidae from Kiribati tropical central Pacific. Fish. Bull., 92, 102-121.
- Miriam, D. M. Christian and V. Ruediger. 2007. Feeding ecology of Central Baltic sprat *Sprattus sprattus* larvae in relation to zooplankton dynamics: implications for survival. Mar. Ecol. Prog. Ser., 342, 277-289.
- NFRDI. 2000. Ecology and Fishing Ground of Fishery Resources in EEZ. Natl. Fish. Res. Dept. Ins., 1-317. (in Korean)
- NFRDI. 2004. Commercial Fishes of the Coastal and Offshores Waters in Korea. Natl. Fish. Res. Dept. Ins., 1-333. (in Korean)
- Nishida, H. and S. Hasegawa. 1994. Age and growth of jack mackerel,

- Trachurus japonicus*, spawning in the Coastal Waters along Niigata. Bull. Japan Sea Natl. Fish. Res. Inst., 44, 73-80. (in Japanese)
- Oh, H.S. 2009. Feeding ecology of *Doederleinia berycoides* in the Southern Sea of Korea. MS Thesis, Pukyong Natl. Univ., 1-27. (in Korean)
- Okiyama, M. ed, 1988. An Atlas of the Early Stage Fishes in Japan. Tokai University Press. 1-1154. (in Japanese)
- Okuda, N., H. Hamaoka and K. Omori. 2005. Life history and ecology of the glowbelly *Acropoma japonicum* in the Uwa Sea, Japan. Fish. Sci., 71, 1042-1048.
- Omori, M. 1974. On the production ecology of the flatfish, *Limanda yokohamae* - 1. Feeding habit and distribution. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 40, 1115-1125. (in Japanese)
- Onitsuka, T., T. Kawamura, S. Ohashi, T. Horii and Y. Watanabe. 2007. Dietary value of benthic diatoms for post-larval abalone *Haliotis diversicolor* associated with feeding transitions. Fish. Sci., 73, 295-302.
- Oren, O.H. 1981. Aquaculture of Grey Mullet. Cambridge: Cambridge University Press.
- Park, C.K. 1978. Chemical oceanographic aspect of the cold water masses in offshore of the coast of Korea. Bull. Korean Fish. Soc. 11, 49-54. (in Korean)
- Park, K.D., J.G. Myoung, Y.J. Kang and Y.K. Kim. 2005. Seasonal variation of abundance and species composition of ichthyoplankton in the coastal waters off Tongyeong, Korea. J. Korean Fish. Soc., 38, 385-392. (in Korean)
- Park, K.J. 1999. Species composition of the ichthyoplankton and feeding ecology of early stage in Kwangyang Bay, Korea. Ph.D. Thesis,

- Chonnam Natl. Univ. 1-131. (in Korean)
- Park, K.Y., K.H. Park, S.I. Lee, H.W. Park, S.E. Hong, J.H. Yang and S.H. Choi. 2007. Maturity and spawning of black edged sculpin, *Gymnocanthus herzensteini* in the East Sea. Korean J. Ichthyol., 19, 101-106. (in Korean)
- Park, J.S. and S. Makoto. 1990. Maturity and spawning season of the *Limanda yokohamae* (Guenther) in Tokyo Bay, Japan. Bull. Fish. Sci. Inst. Kunsan, 6, 1-6. (in Korean)
- Sanchez-Velasco, L. and B. Shirasago. 2000. Larvae feeding of *Scomber japonicus* (Pisces : Scombridae) in the Gulf of California and its relation to temperature and chlorophyll satellite data. Pic. Sci., 54, 127-136.
- Sibly, R.M. and P. Calow. 1986. Physiological Ecology of Animals. Blackwell Scientific Pub., Oxford., 1-179.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Press, Urbana, 1-177.
- Singer, M.M. 1985. Food habits of juvenile rockfishes (Sebastes) in a Central California kelp forest. Fish. Bull., 83, 531-541.
- Solomon, G., M. Sano and M. Shimizu. 1987. Age and growth of pleuronectid flounder *Limanda yokohamae* in Tokyo Bay, Japan. Jap. Soc. Fish. Sci., 711-716.
- Sturm, M.G. and P. Salter. 1989. Age, growth, and reproduction of the king mackerel *Scomberomorus cavalla* (Cuvier) in Trinidad waters. Fish. Bull., 88, 361-370.
- Suda, Y., M. Shimizu and Y. Nose. 1987. Confirmation of spawning groups of Japanese jack mackerel *Trachurus japonicus* in the low stock level period. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 53, 1789-1796.

- Suh, Y.S., L.H. Jang and J.D. Hwang. 2001. Temporal and spatial variations of the cold waters occurring in the Eastern Coast of the Korean Peninsula in summer season. J. Korean Fish. Soc., 34, 435-444. (in Korean)
- Suzuki, H.I., A.A. Agostinho and K.O. Winemiller. 2000. Relationship between oocyte morphology and reproductive strategy in loricariid catfishes of the Parana River, Brazil. J. Fish. Biol., 57, 791-807.
- Takatsu, T. T. Nakatani, T. Miyamoto, K. Kooka and T. Takahashi. 2002. Spatial distribution and feeding habits of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) larvae in Mutsu Bay, Japan. Fish. Ocean., 11, 90-101.
- Takita, T. 1978. Reproductive ecology of a shad, *Konosirus punctatus* in Ariake Sound : I. Distribution, body condition and maturation. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 45, 5-10 (in Japanese).
- Tarkan, A.S. 2006. Reproductive ecology of two cyprinid fishes in an oligotrophic lake near the southern limits of their distribution range. Ecol. Fresh. Fish, 15, 131-138.
- Tominaga, O., M. Watanobe, M. Hanyu, K. Domon, Y. Watanabe and T. Takahashi. 2000. Distribution and movement of larvae, juvenile and young of the pointead flounder *Hippoglossoides pinetorum* in Ishikari Bay and vicinity, Hokkaido. Fish. Sci., 66, 442-451.
- Uotani, I., K. Matsuzaki, Y. Makino, K. Noda, O. Inamura and M. Horikawa. 1981. Food habits of larvae of tuna and their related species in the area northwest of Australia. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 47, 1165-1172. (in Japanese)
- Uotani, I., T. Saito, K. Hiranuma and Y. Nishikawa. 1990. Feeding habit of bulefin tuna *Thunnus thynnus* larvae in the western North Pacific

- Ocean. 56, 713-717. (in Japanese)
- Voss, R., F.W. Köster and M. Dickmann. 2003. Comparing the feeding habits of co-occurring sprat (*Sprattus sprattus*) and cod (*Gadus morhua*) larvae in the Bornholm Basin, Baltic Sea. Fish. Res., 63, 97-111.
- Wallace, R.A. and K. Selman. 1990. Ultrastructure aspects of oogenesis and oocyte growth in fish and amphibians. J. Electron Microsc. 16, 175-201.
- Wang, S.B. and C.T. Chen. Reproductive biology of Japanese butterflyfish *Psenopsis anomala* (Stromateidae) from coastal water of northeastern Taiwan. Fish. Res., 23, 127-141.
- Ware, D.M. 1975. Relation between egg size, growth, and natural mortality of larval fish. J. Fish. Res. Bd Can., 32, 2503-2512.
- Watanabe, H. and K. Kawaguchi. 2003. Decadal change in the diets of the surface migratory myctophid fish *Myctophum nitidulum* in the Kuroshio region of the western North Pacific: Predation on sardine larvae by myctophids. Fish. Sci., 69, 716-721.
- Wenner, A. 1972. Sex ratio as function of size in marine crustacea. Am. Nat., 106, 310-350.
- Whitehead, P.J.P. 1985. Clupeoid fishes of the world. Rome, FAO Fisheries Synopsis, 125, 1-303.
- Wilk, S.J., W.W. Morse and L.L. Stehlik. 1990. Annual cycles of gonadosomatic indices as indicators of spawning activity for selected species of finfish collected from the New York Bight. Fish. Bull., 88, 775-786.
- Wotton, R.J. 1990. Ecology of Teleost Fishes. Chapman Holl, New York, USA, 1-404.
- Yang, J.H., S.I. Lee, S.J. Hwang, J.H. Park, H.C. Kwon, K.Y. Park and S.H.

- Choi. 2007. Maturity and spawning of spinyhead sculpin *Dasycottus setiger* (Bean) in the East Sea, Korea. Korean J. Ichthyol., 19, 179-184. (in Korean)
- Yanli, G. M. Tianxiang and W. Ruijing. 2000. Study on the feeding habit and feeding rhythm of juvenile *Acanthogobius flavimanus*. J. Ocean Univ. Qingdao, 30, 609-613. (in Chinese)
- Yoon, C.H. 2002. Fishes of Korea with Pictorial Key and Systematic List. Academy Publication Co., Seoul, 1-747. (in Korean)



감사의 글

처음 학부시절 유영생물학 실험실에서 실험실 생활을 시작하여 학부, 석사 졸업 후 지금 박사 졸업까지 어렵고 힘든 점이 많았지만, 지금 제가 이 자리에 있기 까지는 많은 분들의 격려와 충고가 있었기 때문이었습니다. 이 많은 분들에게 어떻게 감사드려야 할지 모르겠지만 짧은 글로나마 저의 감사의 마음을 전하려고 합니다.

먼저 학부 때부터 지금까지 조언과 질책을 아끼시지 않고 따뜻한 사랑으로 보살펴주어 올바른 학문의 길을 열어주신 허성희 지도교수님께 가장 많은 감사를 드립니다. 그리고 석사과정부터 박사 까지 논문이 완성되기까지 도움을 아끼지 않으셨던 경상대학교 백근욱 교수님과 실험실 선배님으로써 학문에 대한 많은 조언과 심사를 해주신 광석남 박사님께도 감사드립니다. 아울러 바쁘신 와중에도 세심한 배려로 더 좋은 논문이 되도록 많은 조언을 해주신 안철민 박사님, 이정식 교수님께도 감사드립니다.

학부과정과 대학원과정 동안 제자가 올바른 학자로서의 길을 가도록 지도해 주신 해양학과 강용균 교수님, 양한섭 교수님, 이재철 교수님, 문창호 교수님, 김석운 교수님, 박미옥 교수님 에게 다시 한 번 감사드립니다.

대학원과정동안 많은 선후배님들의 도움이 있었기에 이 논문 완성할 수 있었습니다. 유영생물학 실험실에 소속되어 채집과 실험을 자기 일처럼 도와주고 항상 옆에 있으면서 힘이 되어 준 추현기 박사님, 동기 하원이, 후배 기문 이, 봉준이, 회찬이, 원진이, 진민이와 시료 채집에 열성적으로 도와주신 구자혁 선장님에게 감사드립니다. 그리고 같은 실험실에서 논문 완성에 많은 도움을 준 명일이형, 현수, 동진이, 정윤이, 진묵이, 유심이와 그 외 모든 유영생물학 실험실원들에게도 감사드립니다. 그리고 논문 완성에 많은 조언을 해주신 강원도립대학 김재원 교수님께도 감사를 드립니다. 대학원 생활동안 힘들 때마다 격려를 해주고 도움을 준 손민호 박사님, 이병관 박사님, 김대현 박사님, 이충일 박사님, 최인영 박사님, 주현희 박사님, 박규진 선배님, 영석이, 현정이, 주봉이, 윤자에게도 감사드립니다. 그리고 경상대학교 해양동물자원학 실험실원 재묵이, 상진이, 종혁이, 현지에게도 감사드립니다. 그 외 미처 언급하지 못한 다른 모든 분들에게도 감사드립니다.

지금은 멀리 있지만 대학원과정동안 가까이 있을 때나 멀리 있을 때나 힘들

때 위로해주고 힘이 되어준 현석이형과 선혜, 그리고 비록 같은 공부를 하고 있지는 않지만 대학원생활에 큰 힘이 되어준 대학친구 석대, 영욱이, 원희에게도 감사드립니다. 고등학교 시절부터 친구로서 항상 나를 믿어주고 힘이 되어준 민수, 상훈이, 창현이, 금후, 태훈이, 명석이, 상현이, 현찬이에게도 감사드립니다.

위의 모든 분들이 있었기에 대학원 과정을 무사히 마칠 수 있었고, 가치 있는 논문을 완성하게 되었습니다. 마지막으로 대학원 졸업까지 저의 뒤에서 든든한 버팀목이 되어준 나의 사랑하는 가족 아버지, 어머니, 형에게 감사드립니다.



Appendix I. Monthly variations in abundance of fishes collected by otter trawl off Gori, 2006

Species	January		February		March		April	
	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acentrogobius pflaumi</i>							1	3.1
<i>Acropoma japonicum</i>	157	277.8	997	2,072.3	135	472.5	757	1,897.3
<i>Apogon lineatus</i>	539	1,168.0	746	1,422.3	50	138.8	1,045	2,210.2
<i>Apogon semilineatus</i>	7	16.2	4	15.3	1	2.9		
<i>Argyrosomus argentatus</i>	6	205.9	5	409.4			3	25.3
<i>Chaeturichthys hexanema</i>	5	54.8	3	16.4	1	7.3	13	79.7
<i>Chaeturichthys sciistius</i>	4	9.0	1	3.0			8	36.7
<i>Chelidonichthys kumu</i>	4	483.2					1	127.4
<i>Clupea pallasii</i>	3	206.7	84	1,723.2	5	198.6	12	401.3
<i>Cociella crocodila</i>								
<i>Coelorinchus multispinulosus</i>	52	426.7	35	501.0	34	365.1	23	162.1
<i>Coilia nasus</i>	2	123.5	4	145.8			9	226.5
<i>Collichthys lucidus</i>			1	7.4				
<i>Collichthys niveatus</i>								
<i>Conger myriaster</i>	2	100.2	1	34.6	1	15.9	8	617.6
<i>Cynoglossus interruptus</i>								
<i>Cynoglossus joyneri</i>	6	329.7	5	301.6	1	80.4	39	1,956.9
<i>Cynoglossus robustus</i>	5	100.0	6	227.4	4	65.0	67	1,197.6
<i>Doederleinia berycoides</i>								
<i>Engraulis japonicus</i>	59	386.9	28	184.4	29	154.4	76	827.5
<i>Eopsetta grigorjewi</i>			1	53.5	1	86.7	2	222.6
<i>Eptatretus burgeri</i>								
<i>Erisphex pottii</i>							4	22.5
<i>Gadus macrocephalus</i>							5	8.7
<i>Glossanodon semifasciata</i>								
<i>Gnathagnus elongatus</i>			1	102.2			1	217.3
<i>Helicolenus hilgendorfi</i>	1	14.0	1	13.8	2	36.1		
<i>Hexagrammos otakii</i>								
<i>Hippoglossoides pinetorum</i>								
<i>Hoplichthys langsdorfii</i>								
<i>Hyperoglyphe japonicus</i>								
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	3	30.6	10	46.0			17	51.8
<i>Konosirus punctatus</i>	1	26.9	1	63.8				
<i>Laeops kiaharae</i>							1	3.3
<i>Larimichthys polyactis</i>								
<i>Leiognathus elongatus</i>								
<i>Leiognathus nuchalis</i>			64	590.1	5	77.9	5	63.6
<i>Leiognathus rivulatus</i>								
<i>Lepidotrigla guentheri</i>	1	25.3					4	200.5

Appendix I . (continued)

Species	May		June		July		August	
	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acentrogobius pflaumi</i>								
<i>Acropoma japonicum</i>	72	366.6	24	51.0	30	138.5	133	701.8
<i>Apogon lineatus</i>	103	537.4	30	174.5	43	517.6	17	118.6
<i>Apogon semilineatus</i>								
<i>Argyrosomus argentatus</i>								
<i>Chaeturichthys hexanema</i>	18	118.4	1	12.0	3	30.6		
<i>Chaeturichthys sciius</i>	1	3.2	1	3.8				
<i>Chelidonichthys kumu</i>	22	3,807.4	6	1,083.7	5	972.9	5	1,176.7
<i>Clupea pallasii</i>	27	1,014.2	2,812	7,866.8	228	3,721.5	761	3,902.0
<i>Cociella crocodila</i>								
<i>Coelorinchus multispinulosus</i>	22	589.5	30	322.5	68	249.8	26	108.8
<i>Coilia nasus</i>	1	4.4					3	55.6
<i>Collichthys lucidus</i>			3	54.3				
<i>Collichthys niveatus</i>	1	18.4						
<i>Conger myriaster</i>	6	575.5	2	168.7	3	157.4	17	1,546.9
<i>Cynoglossus interruptus</i>	3	47.7						
<i>Cynoglossus joyneri</i>	70	3,007.3	9	521.9			2	107.0
<i>Cynoglossus robustus</i>	36	1,109.0	1	64.6				
<i>Doederleinia berycoides</i>	4	61.6						
<i>Engraulis japonicus</i>	30	264.9	15	125.5	10	80.8	509	2,433.8
<i>Eopsetta grigorjewi</i>			1	244.8	1	7.6	1	55.9
<i>Eptatretus burgeri</i>	1	159.2						
<i>Erisphex pottii</i>			1	1.5	1	2.8		
<i>Gadus macrocephalus</i>	8	18.9	1	1.8			1	2.4
<i>Glossanodon semifasciata</i>	1	8.8						
<i>Gnathagnus elongatus</i>					1	101.5		
<i>Helicolenus hilgendorfi</i>			4	9.0	17	664.4	21	538.3
<i>Hexagrammos otakii</i>							1	203.6
<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	268	6,737.1	246	6,294.6	69	1,827.6	28	1,281.4
<i>Hoplichthys langsdorfi</i>			1	8.0				
<i>Hyperoglyphe japonicus</i>								
<i>Hypodytes rubripinnis</i>								
<i>Konosirus punctatus</i>								
<i>Laeops kiaharae</i>	1	3.6	1	27.4				
<i>Larimichthys polyactis</i>	1	23.3			1	31.4		
<i>Leiognathus elongatus</i>								
<i>Leiognathus nuchalis</i>	1	15.1						
<i>Leiognathus rivulatus</i>	1	3.8						
<i>Lepidotrigla guentheri</i>								

Appendix I . (continued)

Species	September		October		November		December	
	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acentrogobius pflaumi</i>								
<i>Acropoma japonicum</i>	581	3,245.4	67	789.5	269	947.0	146	586.5
<i>Apogon lineatus</i>	19	157.4	14	94.9	986	2,655.2	389	1,013.1
<i>Apogon semilineatus</i>					4	9.8		
<i>Argyrosomus argentatus</i>					5	747.2	7	175.0
<i>Chaeturichthys hexanema</i>	5	45.2					3	15.3
<i>Chaeturichthys sciistius</i>	1	2.2						
<i>Chelidonichthys kumu</i>	5	778.2	4	806.1	7	1,500.2		
<i>Clupea pallasii</i>	1	2.5	13	143.2			1	11.7
<i>Cociella crocodila</i>					1	212.9		
<i>Coelorinchus multispinulosus</i>	2	14.6	18	612.4	54	681.0	29	512.1
<i>Coilia nasus</i>			4	11.5	6	74.9	1	36.5
<i>Collichthys lucidus</i>								
<i>Collichthys niveatus</i>								
<i>Conger myriaster</i>	1	33.4	3	97.6	7	276.7	5	212.6
<i>Cynoglossus interruptus</i>								
<i>Cynoglossus joyneri</i>	17	636.3	8	395.7	2	168.3	2	96.6
<i>Cynoglossus robustus</i>	13	239.7	1	13.4	2	118.1	0	0.0
<i>Doederleinia berycoides</i>					192	6,544.6	636	22,544.8
<i>Engraulis japonicus</i>	10	109.0	1	14.5				
<i>Eopsetta grigorjewi</i>								
<i>Eptatretus burgeri</i>								
<i>Erisphex pottii</i>								
<i>Gadus macrocephalus</i>								
<i>Glossanodon semifasciata</i>								
<i>Gnathagnus elongatus</i>	1	105.0	1	6.0	2	8.0	1	228.0
<i>Helicolenus hilgendorfi</i>	16	275.0	1	5.4				
<i>Hexagrammos otakii</i>								
<i>Hippoglossoides pinetorum</i>								
<i>Hoplichthys langsdorfii</i>								
<i>Hyperoglyphe japonicus</i>	1	1.3						
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	26	420.9						
<i>Konosirus punctatus</i>	3	300.7	1	125.9	4	484.6	1	138.8
<i>Laeops kiaharae</i>								
<i>Larimichthys polyactis</i>	2	129.3						
<i>Leiognathus elongatus</i>	1	8.0						
<i>Leiognathus nuchalis</i>					1	14.7	2	23.5
<i>Leiognathus rivulatus</i>								
<i>Lepidotrigla guentheri</i>	8	50.1	84	944.6	15	463.1	5	206.9

Appendix I . (continued)

Species	January		February		March		April	
	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Lepidotrigla japonica</i>			1	40.3				
<i>Lepidotrigla kishinouyei</i>								
<i>Limanda yokohamae</i>	20	1,895.4	18	2,312.2	23	941.8	19	3,150.2
<i>Liparis tanakai</i>	21	37,492.5	15	21,245.8	12	18,557.2	49	491.5
<i>Liparis tessellatus</i>			1	109.4				
<i>Lophius litulon</i>	19	23,804.9	17	11,052.8	20	19,480.0	34	44,184.4
<i>Maurolicus muelleri</i>								
<i>Minous pusillus</i>								
<i>Muraenesox cinereus</i>								
<i>Myctophum nitidulum</i>			1	1.3			1	0.9
<i>Neobythites sivicola</i>							3	58.7
<i>Okamejei kenojei</i>	7	945.4					2	528.4
<i>Pagrus major</i>	1	2.6						
<i>Pampus echinogaster</i>								
<i>Paralichthys olivaceus</i>								
<i>Parapercis sexfasciatus</i>	1	29.5					3	77.5
<i>Pholis nebulosa</i>								
<i>Pleuronichthys cornutus</i>			1	10.7			1	280.8
<i>Priacanthus macracanthus</i>								
<i>Psenopsis anomala</i>								
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	35	3,012.0	18	1,989.3	32	3,562.7	56	6,138.4
<i>Pseudosciaena crocea</i>								
<i>Repomucenus huguenini</i>	4	43.6					14	167.8
<i>Repomucenus lunatus</i>	66	1,527.9	30	565.4	22	254.8	114	450.1
<i>Repomucenus valenciennei</i>	25	212.6	3	43.0	10	100.3	83	685.8
<i>Saurida undosquamis</i>			1	17.1				
<i>Scombrops boops</i>							2	4.8
<i>Sebastiscus marmoratus</i>								
<i>Sillago japonicus</i>					3	95.3	10	71.4
<i>Sphyræna pinguis</i>	1	47.9						
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>			1	37.7				
<i>Thryssa adælae</i>			1	18.2	1	17.9		
<i>Trachurus japonicus</i>	117	605.9	23	135.3	14	92.4		
<i>Trichiurus lepturus</i>	21	542.2	1	7.4			17	202.4
<i>Upeneus japonicus</i>								
<i>Uranoscopus japonicus</i>								
<i>Zeus faber</i>	17	4,035.6	10	2,146.6	11	2,649.4	3	1,059.2
<i>Zoarces gillii</i>								

Appendix I . (continued)

Species	May		June		July		August	
	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Lepidotrigla japonica</i>								
<i>Lepidotrigla kishinouyei</i>					1	3.3		
<i>Limanda yokohamae</i>	36	3,262.3	20	3,830.5	7	440.0	23	3,007.6
<i>Liparis tanakai</i>	123	5,284.5	42	4,578.6	46	6,791.1	34	12,319.0
<i>Liparis tessellatus</i>								
<i>Lophius litulon</i>	43	45,119.5	151	27,915.2	59	3,825.3	15	4,456.2
<i>Maurolicus muelleri</i>	5	3.9						
<i>Minous pusillus</i>					1	8.4		
<i>Muraenesox cinereus</i>								
<i>Myctophum nitidulum</i>	304	439.9	8	10.6	16	24.5		
<i>Neobythites sivicola</i>	1	14.9			6	34.0		
<i>Okamejei kenojei</i>			1	22.6			2	739.9
<i>Pagrus major</i>								
<i>Pampus echinogaster</i>	4	221.9						
<i>Paralichthys olivaceus</i>								
<i>Parapercis sexfasciatus</i>								
<i>Pholis nebulosa</i>							1	138.5
<i>Pleuronichthys cornutus</i>	1	340.0						
<i>Priacanthus macracanthus</i>								
<i>Psenopsis anomala</i>			4	5.5			2	14.6
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	39	3,767.2					59	6,119.8
<i>Pseudosciaena crocea</i>	1	29.0						
<i>Repomucenus huguenini</i>	1	21.5					4	53.1
<i>Repomucenus lunatus</i>	24	97.7	3	57.3	2	34.0	2	35.0
<i>Repomucenus valenciennei</i>	15	151.5						
<i>Saurida undosquamis</i>								
<i>Scombrops boops</i>	14	40.4						
<i>Sebastiscus marmoratus</i>							1	82.8
<i>Sillago japonicus</i>								
<i>Sphyræna pinguis</i>								
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>								
<i>Thryssa adelæ</i>								
<i>Trachurus japonicus</i>	1	38.7						
<i>Trichiurus lepturus</i>	2	33.5	1	14.7				
<i>Upeneus japonicus</i>								
<i>Uranoscopus japonicus</i>	1	168.7						
<i>Zeus faber</i>	3	1,300.8					2	355.3
<i>Zoarces gillii</i>								

Appendix I . (continued)

Scientific name	September		October		November		December	
	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Lepidotrigla japonica</i>								
<i>Lepidotrigla kishinouyei</i>								
<i>Limanda yokohamae</i>	29	3,185.0	11	1,268.8	18	2,286.9	7	2,131.4
<i>Liparis tanakai</i>	7	7,614.9	29	12,872.9	10	5,877.3	18	8,654.0
<i>Liparis tessellatus</i>					1	4.8		
<i>Lophius litulon</i>	33	9,520.3	19	5,977.2	34	11,344.1	28	15,224.1
<i>Maurolicus muelleri</i>								
<i>Minous pusillus</i>								
<i>Muraenesox cinereus</i>	3	1,113.9						
<i>Myctophum nitidulum</i>			2	2.8				
<i>Neobythites sivicola</i>								
<i>Okamejei kenojei</i>	4	48.8						
<i>Pagrus major</i>					4	181.5		
<i>Pampus echinogaster</i>								
<i>Paralichthys olivaceus</i>	2	589.9						
<i>Parapercis sexfasciatus</i>								
<i>Pholis nebulosa</i>							1	49.7
<i>Pleuronichthys cornutus</i>								
<i>Priacanthus macracanthus</i>	1	20.0			1	84.3		
<i>Psenopsis anomala</i>	94	8,764.2	10	508.6	59	2,867.4	4	186.4
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	70	4,883.3	38	3,516.0	44	3,369.7	13	1,000.1
<i>Pseudosciaena crocea</i>								
<i>Repomucenus huguenini</i>	3	31.3			3	84.4		
<i>Repomucenus lunatus</i>	6	100.5			6	158.1	7	135.9
<i>Repomucenus valenciennei</i>	3	37.6					1	4.5
<i>Saurida undosquamis</i>					3	281.5		
<i>Scombrops boops</i>					1	3.1		
<i>Sebastiscus marmoratus</i>								
<i>Sillago japonicus</i>	2	94.1			1	38.8	1	50.1
<i>Sphyaena pinguis</i>	5	196.7			7	447.8	3	176.4
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	1	13.6			4	138.8		
<i>Thryssa adalae</i>								
<i>Trachurus japonicus</i>	44	1,641.5	10	512.2	131	6,118.0	57	497.3
<i>Trichiurus lepturus</i>	49	2,416.6	89	3,411.0	53	1,552.9	8	158.9
<i>Upeneus japonicus</i>	2	6.1			14	65.7		
<i>Uranoscopus japonicus</i>								
<i>Zeus faber</i>	12	1,851.7	6	2,229.6			1	0.6
<i>Zoarces gillii</i>					2	208.8	4	601.7

Appendix II. Monthly variations in abundance of fishes collected by three side fyke net off Gori, 2006

Species	January		February		March		April	
	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	1	246.4					9	16.2
<i>Acropoma japonicum</i>								
<i>Aluterus monoceros</i>	1	153.5						
<i>Apogon lineatus</i>								
<i>Apogon semilineatus</i>	7	12.4	74	111.2	2	22.3	27	89.1
<i>Argyrosomus argentatus</i>								
<i>Chelidonichthys kumu</i>	1	27.2					5	1,298.7
<i>Clupea pallasii</i>	26	4,328.2	8	1,027.5	10	252.2	31	781.7
<i>Collichthys lucidus</i>								
<i>Ditrema temmincki</i>	97	7,769.2	15	1,755.4	5	629.0	13	1,464.6
<i>Engraulis japonicus</i>			1	4.2			12	76.4
<i>Girella punctata</i>								
<i>Hexagrammos otakii</i>							1	197.2
<i>Hyperoglyphe japonicus</i>								
<i>Hypodytes rubripinnis</i>					1	9.6		
<i>Kaiwarinus equula</i>								
<i>Konosirus punctatus</i>			18	668.0	51	1,770.7	24	3,137.0
<i>Lagocephalus weeleri</i>								
<i>Lateolabrax japonicus</i>					4	4,355.8		
<i>Leiognathus elongatus</i>			2	4.3				
<i>Leiognathus nuchalis</i>	14	172.5	7	81.3	7	74.8		
<i>Lepidotrigla guentheri</i>							1	29.6
<i>Lepidotrigla kishinouyei</i>								
<i>Limanda yokohamae</i>	7	3,288.3	4	478.6	16	5,740.5	4	350.6
<i>Lonpius litulon</i>	4	2,686.7	6	2,434.8	1	3,300.0		
<i>Microcanthus strigatus</i>	1	40.3						
<i>Monocentris japonicus</i>			1	82.8				
<i>Mugil cephalus</i>	30	33,739.9	146	114,922.5	586	454,110.9	180	161,377.7
<i>Neoditrema ransonneti</i>							6	327.7
<i>Oplegnathus fasciatus</i>								
<i>Pagrus major</i>	1	173.1			1	392.3	11	3,762.9
<i>Pampus echinogaster</i>								
<i>Paralichthys olivaceus</i>	2	1,082.7			1	567.3	1	481.6
<i>Paraplagusia japonica</i>							1	130.9
<i>Pholis nebulosa</i>	1	79.9						
<i>Platycephalus indicus</i>								
<i>Priacanthus macracanthus</i>	1	68.4						
<i>Psenopsis anomala</i>								
<i>Rhyncopelates oxyrhynchus</i>								

Appendix II. (continued)

Species	May		June		July		August	
	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>			2	295.8				
<i>Acropoma japonicum</i>			5	16.6				
<i>Aluterus monoceros</i>								
<i>Apogon lineatus</i>	1	5.3	29	213.1	84	703.2	112	1,065.4
<i>Apogon semilineatus</i>	3	16.3	5	22.7				
<i>Argyrosomus argentatus</i>			1	61.9	5	145.8	12	575.3
<i>Chelidonichthys kumu</i>	47	10,371.5	101	18,304.1				
<i>Clupea pallasii</i>								
<i>Collichthys lucidus</i>			3	109.4				
<i>Ditrema temmincki</i>	10	1,163.1	2	164.6	3	272.3	1	191.1
<i>Engraulis japonicus</i>					1	20.0		
<i>Girella punctata</i>								
<i>Hexagrammos otakii</i>					1	386.8		
<i>Hyperoglyphe japonicus</i>			1	1.1				
<i>Hypodytes rubripinnis</i>								
<i>Kaiwarinus equula</i>			1	4.4				
<i>Konosirus punctatus</i>	96	14,931.4	18	1,589.8	30	6,949.8	45	3,036.1
<i>Lagocephalus weeleri</i>								
<i>Lateolabrax japonicus</i>	2	1,155.7	2	2,182.3				
<i>Leiognathus elongatus</i>								
<i>Leiognathus nuchalis</i>							1	20.1
<i>Lepidotrigla guentheri</i>								
<i>Lepidotrigla kishinouyei</i>			1	124.8				
<i>Limanda yokohamae</i>	2	197.2			1	148.1		
<i>Lonpius litulon</i>					2	3,082.9		
<i>Microcanthus strigatus</i>								
<i>Monocentris japonicus</i>								
<i>Mugil cephalus</i>	162	121,694.2	219	118,374.6	112	167,268.1	98	55,854.6
<i>Neoditrema ransonneti</i>								
<i>Oplegnathus fasciatus</i>								
<i>Pagrus major</i>	2	605.9					1	39.5
<i>Pampus echinogaster</i>					9	1,034.6	3	398.4
<i>Paralichthys olivaceus</i>	1	168.4	4	2,743.3				
<i>Paraplagusia japonica</i>								
<i>Pholis nebulosa</i>								
<i>Platycephalus indicus</i>					13	1,529.3	6	611.5
<i>Priacanthus macracanthus</i>	1	73.2						
<i>Psenopsis anomala</i>					8	226.8	2	70.8
<i>Rhyncopelates oxyrhynchus</i>			1	14.6				

Appendix II. (continued)

Species	September		October		November		December	
	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	4	1,083.8	3	951.7				
<i>Acropoma japonicum</i>								
<i>Aluterus monoceros</i>			1	1,227.4				
<i>Apogon lineatus</i>	65	557.8	26	226.4	2	16.6		
<i>Apogon semilineatus</i>			1	3.2				
<i>Argyrosomus argentatus</i>	1	117.6						
<i>Chelidonichthys kumu</i>			3	837.7	1	399.9	2	742.1
<i>Clupea pallasii</i>								
<i>Collichthys lucidus</i>								
<i>Ditrema temmincki</i>			1	168.5			1	348.4
<i>Engraulis japonicus</i>								
<i>Girella punctata</i>					12	6,927.2		
<i>Hexagrammos otakii</i>								
<i>Hyperoglyphe japonicus</i>								
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	1	10.2						
<i>Kaiwarinus equula</i>			1	19.7				
<i>Konosirus punctatus</i>	47	8,686.6	44	3,191.2	4	646.1	12	1,010.1
<i>Lagocephalus weeleri</i>			1	113.8				
<i>Lateolabrax japonicus</i>								
<i>Leiognathus elongatus</i>								
<i>Leiognathus nuchalis</i>	32	670.6			5	55.2	23	278.5
<i>Lepidotrigla guentheri</i>			6	691.4				
<i>Lepidotrigla kishinouyei</i>								
<i>Limanda yokohamae</i>	2	327.6	1	492.6	3	574.2	13	3,702.8
<i>Lonpius litulon</i>	12	12,001.9			1	61.2	7	5,001.6
<i>Microcanthus strigatus</i>								
<i>Monocentris japonicus</i>								
<i>Mugil cephalus</i>	136	71,920.1	156	146,062.8	322	293,419.7	117	100,392.5
<i>Neoditrema ransonneti</i>								
<i>Oplegnathus fasciatus</i>			2	394.5			1	551.1
<i>Pagrus major</i>	2	153.5			1	1,279.9		
<i>Pampus echinogaster</i>			6	1,556.9	1	163.5		
<i>Paralichthys olivaceus</i>							1	1,090.4
<i>Paraplagusia japonica</i>								
<i>Pholis nebulosa</i>								
<i>Platycephalus indicus</i>	3	333.7						
<i>Priacanthus macracanthus</i>			1	79.5				
<i>Psenopsis anomala</i>	2	141.7	21	1,990.1	3	178.1	4	188.2
<i>Rhyncopelates oxyrhynchus</i>								

Appendix II. (continued)

Species	January		February		March		April	
	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Sardinella zunasi</i>							2	37.1
<i>Saurida undosquamis</i>								
<i>Scomberomorus niphonius</i>							1	501.6
<i>Scombrops boops</i>								
<i>Sebastes inermis</i>			1	120.6	1	40.8	1	49.7
<i>Sebastes schlegeli</i>	7	1,833.7			5	875.8	37	3,961.7
<i>Seriola dumerili</i>								
<i>Seriola quinqueradiata</i>								
<i>Seriolina nigrofasciata</i>								
<i>Sillago japonicus</i>							1	30.7
<i>Sphyaena pinguis</i>	1	47.6	1	92.0				
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	4	1,711.4	2	301.8	1	171.8	8	1,176.3
<i>Takifugu niphobles</i>								
<i>Takifugu pardalis</i>	1	170.8			1	389.9		
<i>Takifugu rubripes</i>							2	604.8
<i>Takifugu xanthopterus</i>								
<i>Thamnaconus modestus</i>								
<i>Trachurus japonicus</i>	104	4,470.8	51	1,047.4	406	7,284.7	322	3,634.1
<i>Zenopsis nebulosa</i>								
<i>Zeus faber</i>	8	1,986.4	2	505.4	2	665.5	2	858.5

Appendix II. (continued)

Species	May		June		July		August	
	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Sardinella zunasi</i>					1	8.2		
<i>Saurida undosquamis</i>	1	87.6						
<i>Scomberomorus niphonius</i>	1	714.3						
<i>Scombrops boops</i>			2	347.3				
<i>Sebastes inermis</i>	2	76.7						
<i>Sebastes schlegeli</i>	5	1,268.4	73	5,881.1				
<i>Seriola dumerili</i>								
<i>Seriola quinqueradiata</i>	7	20,300.5	3	18,602.1				
<i>Seriolina nigrofasciata</i>								
<i>Sillago japonicus</i>					1	44.4	1	65.2
<i>Sphyaena pinguis</i>			3	518.0	5	367.9	13	1,373.5
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	3	749.5	2	122.4	1	39.0	4	259.3
<i>Takifugu niphobles</i>			1	37.4				
<i>Takifugu pardalis</i>								
<i>Takifugu rubripes</i>								
<i>Takifugu xanthopterus</i>			2	537.4				
<i>Thamnaconus modestus</i>			2	796.3				
<i>Trachurus japonicus</i>	172	2,727.3	15	379.0	3	325.5	19	4,153.7
<i>Zenopsis nebulosa</i>			90	3,421.2				
<i>Zeus faber</i>			10	2,136.4				

Appendix II. (continued)

Species	September		October		November		December	
	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Sardinella zunasi</i>	1	16.4						
<i>Saurida undosquamis</i>								
<i>Scomberomorus niphonius</i>								
<i>Scombrops boops</i>							1	132.5
<i>Sebastes inermis</i>							2	86.9
<i>Sebastes schlegeli</i>							5	1,381.4
<i>Seriola dumerili</i>			1	576.5				
<i>Seriola quinqueradiata</i>			19	13,824.2				
<i>Seriolina nigrofasciata</i>			1	398.8				
<i>Sillago japonicus</i>	3	342.3						
<i>Sphyaena pinguis</i>	16	717.5	15	954.7				
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	7	724.6						
<i>Takifugu niphobles</i>								
<i>Takifugu pardalis</i>								
<i>Takifugu rubripes</i>								
<i>Takifugu xanthopterus</i>								
<i>Thamnaconus modestus</i>			1	41.3			2	1,347.6
<i>Trachurus japonicus</i>	12	1,196.1	13	536.6	38	1,108.2	4,780	33,075.4
<i>Zenopsis nebulosa</i>								
<i>Zeus faber</i>	2	721.3	2	300.3				

AppendixIII. Monthly variations in abundance of fishes eggs and larvae collected by RN 80net off Gori, 2006

(egg and larvae/1,000m³)

Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	%
<i>Engraulis japonicus</i> egg			0.6	957.8		512.2	298.1	213.8					1,982.6	50.5
Unidentified fish egg	12.3	12.8	93.0	13.1	259.9	10.7	842.1	78.7	40.5	288.8	32.9	255.8	1,940.4	49.5
Total	12.3	12.8	93.6	970.9	259.9	522.9	1,140.2	292.4	40.5	288.8	32.9	255.8	3,923.0	100.0
<i>Engraulis japonicus</i>				0.9	192.4	5.2	54.8	59.6	109.7	4.3			427.0	66.0
<i>Hexagrammos agrammus</i>	4.3	1.5								2.0	2.4	35.3	45.6	7.0
<i>Sillago japonicus</i>							14.6	11.0	10.9				36.5	5.6
Unidentified fish larvae	3.9	1.6	0.7	1.0	0.8	1.7	4.3	4.6	4.0	0.4	4.9	4.6	32.5	5.0
<i>Acropoma japonicum</i>							2.7	5.1	8.2	3.1			19.2	3.0
<i>Apogon lineatus</i>							3.5	2.9	10.0	0.4			16.8	2.6
<i>Sebastes</i> spp.							0.7				3.7	5.8	10.1	1.6
<i>Konosirus punctatus</i>					1.4	5.1	2.4	1.2					10.1	1.6
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	1.4	1.8	1.5						1.1	0.5			6.3	1.0
<i>Hexagrammos otakii</i>			2.1	1.0		2.9							6.0	0.9
Gobiidae				1.8			0.6	1.6				1.7	5.7	0.9
<i>Limanda yokohamae</i>	1.7	2.5											4.3	0.7
Clupeidae			1.4						1.2			1.2	3.8	0.6
<i>Hypodytes rubripinnis</i>							2.1	0.8					2.9	0.5
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>					1.4				1.3				2.8	0.4
<i>Syngnathus schlegeli</i>							0.3			0.9	1.2		2.5	0.4
<i>Liparis tanakai</i>	0.9	1.4											2.3	0.4
<i>Psenopsis anomala</i>						0.9	1.4						2.3	0.3
<i>Cynoglossus joyneri</i>									2.2				2.2	0.3

Appendix III. (continued)

Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	%
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>						1.7							1.7	0.3
<i>Argyrosomus argentatus</i>							1.4						1.4	0.2
<i>Rudarius ercodes</i>									0.3	0.8			1.1	0.2
<i>Parablennius yatabei</i>									1.1				1.1	0.2
Triglidae	0.9												0.9	0.1
<i>Hippocampus coronatus</i>						0.9							0.9	0.1
<i>Platycephalus indicus</i>					0.7								0.7	0.1
<i>Omobranchius elegans</i>								0.5					0.5	0.1
<i>Zeus faber</i>							0.3						0.3	0.1
Total	13.2	8.8	5.7	4.8	196.7	18.3	89.1	87.3	150.1	12.5	12.2	48.5	647.2	100.0
No. of species	6	5	4	4	5	7	13	9	11	8	4	5		
Diversity	1.60	1.58	1.32	1.34	0.14	1.74	1.47	1.16	1.08	1.73	1.28	0.92		