

수영만에 분포하는 어류의 종조성과 계절변동

김영혜 · 전복순* · 강용주*
국립수산진흥원, *부경대학교 해양생물학과

Seasonal Variation in Species Composition of Fish in Suyoung Bay, Korea

Yeong Hye KIM, Bok Soon JEON* and Yong Joo KANG*
National Fisheries Research and Development Institute, Pusan 619-900, Korea
*Department of Marine Biology, Pukyong National University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

Fish were collected by an otter trawl from December 1995 to July 1997 in Suyoung Bay, Korea. The temperature ranged from 12.0 to 27.7°C and salinity ranged from 31.2 to 34.45‰. The number of species, number of individuals and biomass of fish collected were 52 species, 2,006 individuals and 63,580 grams, respectively. The demersal fish predominated in the number of individuals (90.4%) and biomass (81.4%). The diversity index (H') was 1.5~2.6. The dominant species were *Platycephalus indicus*, *Limanda yokohamae*, *Sillago sihama* and *Hexagrammos otakii*.

Key words: Seasonal variation, Species composition, Otter trawl, Demersal fishes, Pelagic fish

서 론

우리 나라 주변해역 중 황해나 남해의 어류자원의 군집에 관한 연구는 대체적으로 연안의 매립이나 발전소 건설로 인한 해양환경 변화 전 또는 후의 어류 자원의 동태를 파악하고자 수행되어지고 있다. 연구 현황을 해역별로 살펴보면, 황해는 군산연안 (Ryu and Choi, 1993), 고군산도 (Kim and Lee, 1993; Hwang, 1998), 소흑산도 (Lee and Joo, 1996), 천수만 (Shin and Lee, 1990; Lee, 1996; Lee et al., 1997), 아산만 (Lee, 1991; Lee and Kim, 1992; Lee, 1993; Lee and Hwang, 1995), 영광 (Hwang et al., 1998a; Hwang et al., 1998b) 등과 같이 많은 곳이 연구되어졌다. 남해는 남해도 연안 (Huh and Kwak, 1998), 광양만 (Huh and Kwak, 1997; Cha and Park, 1997), 삼천포 연안 (Kim and Kang, 1991; Kim and Kang, 1995) 등이 연구되어졌다. 그러나 동해의 흥해 연안 (Hwang et al., 1997)과 제주도 연안 (Go and Shin, 1990; Go et al., 1991)의 연구는 그 주변 해역에 분포하는 어류자원의 동태를 파악하고자 연구되어진 것이다.

본 연구는 수영만에 위치한 하수처리장 방류 연안 수역 내에 분포하는 어류 군집 동태를 파악하고자 군집구조 및 계절 변동을 조사하였다.

재료 및 방법

표본은 1995년 12월부터 1997년 7월까지 부산에 위치한 수영만 (Fig. 1)에서 계절별로 소형 저인망 (otter trawl)을 이용하여 2개 정점에서 채집한 것이다. 출현종과 출현량은 2개 정점에서 채집된 것의 합으로 나타내었다. 사용된 소형 저인망은 길이 15 m, 망목 1 cm, 망폭은 3 m, 높이 1.5 m로서 약 2 km/hr의 속도로 30분씩 예인하였다. 1개 정점에서의 예인면적은 3,000 m²이었으므로, 조사 시 총 예인 면적은 6,000 m²이었다.

채집된 어류는 냉장 보관하여 즉시 실험실로 운반한 후 각 어종별로 동정, 계수하였다. 어류의 동정에는 한반도 연안 어류 목록 (Choi, 1998)의 분류체계 및 학명을 따랐다. 각 어체의 체장은 1 mm까지, 체중은 0.1 g까지 측정하였다.

환경요인으로 수온은 봉상 온도계로, 염분은 Salinometer (YSI, Model 55)로 측정하였고, 수질상태는 부산광역시 (1997)의 자료를 인용하였다.

어류자원의 군집구조와 계절변동을 파악하기 위해 사용된 Shannon and Wiener (1963)의 종 다양성 지수 (H')를 사용하였다.

결 과

1. 조사지역의 개황과 해양환경

수영만은 우리 나라의 남해에 위치하며 만구의 폭은 약 8 km, 최대 수심은 약 24 m인 반원형의 개방적인 만으로, 이곳으로 도시하천인 수영강을 비롯한 용호천, 대연천 및 우동천 등을 통하여 도시하수가 유입되고 있다. 수질상태는 생화학적 산소요구량 (BOD), 부유물질 (SS) 및 용존산소량 (BO)는 하천의 수질환경 기준 (환경법)에 의해 V등급 (공업용수 3급과 생활환경보전), IV등급 (공업용수 2급과 농업용수) 및 IV등급으로 각각 조사되었다 (부산광역시, 1997).

수온은 봄부터 급격히 상승하여 여름에 최고 값을 나타낸 뒤 서서히 감소하여 이듬해 봄에 최저 값에 도달하는 경향을 나타내었으며, 범위는 12.5°C~27.4°C이었다. 염분은 여름에 급격히 떨어져 최저 값을 나타낸 뒤 서서히 증가하여 겨울에 최고 값에 도달하였다. 염분의 범위는 29.72‰~33.57‰이었으나 여름을 제외하고는 약 33.0‰을 나타내었다 (Fig. 2).

2. 어류상과 출현량

조사기간 동안 총 36과 52종의 어류가 출현하였으며, 총 출현량

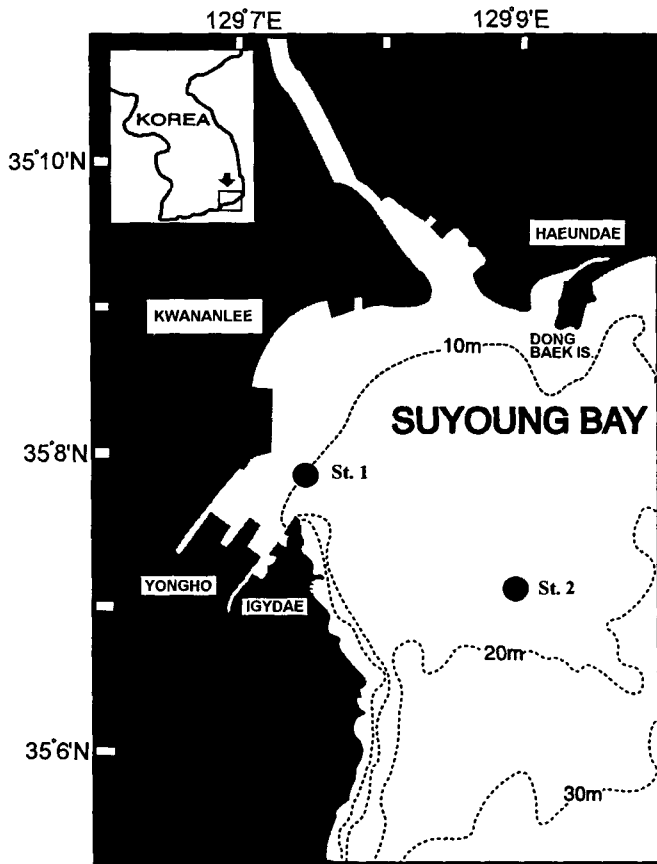


Fig. 1. Location of the sampling stations.

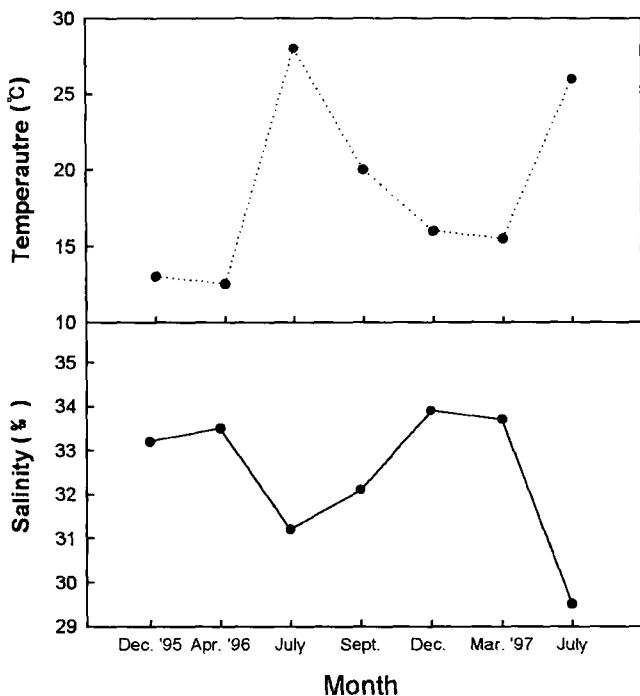


Fig. 2. Seasonal variation of temperature (°C) and salinity (‰) in Suyoung Bay, Korea.

의 개체수는 2,006마리였고, 생체량은 63,580 g이었다 (Table 1). 그 중 가자미과 5종, 넙치과 2종, 풀넙치과 1종으로 가자미목 (Order Pleuronectida)에 속하는 어류가 11종 출현하였고, 망둑어과 (Family Gobiidae) 어류가 6종, 양태 (*Platycephalus indicus*), 황아귀 (*Lophiomus litulon*), 붕장어 (*Conger myriaster*), 꼼치 (*Liparis tanalae*) 등과 같이 주로 바닥에서 생활하며, 저서생물을 먹이로 하는 저어류 (demersal fishes)가 총 출현 개체수와 생체량의 90.4%와 81.4%를 차지하였으며, 그 외 나머지는 부어류 (pelagic fishes)이었다. 전체 출현 개체수에 있어서 양태가 28.0%로 가장 우점하였고, 그 다음이 문치가자미 (*Limanda yokohamae*)가 14.0%, 보리멸 (*Sillago sihama*)이 10.0% 순이었다. 전체 출현 생체량에 있어서 문치가자미가 38.4%로 가장 우점하였고, 쥐노래미 (*Hexagrammos otakii*)가 16.5%, 양태가 12.6% 순으로 나타났다.

조사기간 동안 출현율이 100%인 종은 저어류인 보리멸이었고, 6회 출현한 종은 양태, 문치가자미 및 물가자미와 같은 저어류이었다. 5회 출현한 종은 저어류인 개서대와 부어류인 쥐노래미였으며, 4회 출현한 종은 저어류인 열동가리돔 (*Apogon lineatus*)이었다. 3회 출현한 종으로는 저어류인 황아귀, 문절망둑, 넙치, 붕장어, 용서대 (*Cynoglossus abbreviatus*), 쌍동가리 (*Parapercis sexfasciata*)와 부어류인 갯방어 (*Seriola dumerili*) 등이었다.

계절에 따른 종수, 개체수와 생체량 변동, 그리고 개체수에 있어서의 우점종을 살펴보면 (Table 1), 1995년 12월에는 11종, 65마리 그리고 1,045 g 채집되었으며, 상어 (*Colia nasus*), 멸치 (*Engraulis japonicus*), 보리멸, 실양태 (*Repomucenus valenciennesi*) 순으로 우점하였다. 부어류인 상어와 멸치가 60.0%로 많이 출현하였으며, 저어류인 보리멸과 실양태가 18.5%를 차지하였다. 1996년 4월은 12종, 276마리, 7,411 g 출현하였으며, 우점종은 양태, 개서대 (*Cynoglossus robustus*), 검정망둑 (*Tridentiger obscurus*), 문치가자미로 모두 저어류이었다. 7월은 28종, 476마리, 20,087 g 출현하였으며, 우점종은 양태, 보리멸, 문치가자미, 쥐노래미이었고, 전체의 56%를 차지하였다. 9월은 23종, 388마리, 12,948 g 출현하였으며, 양태, 문치가자미, 수염문절 (*Chaeturichthys sciistius*), 물가자미 (*Eopsetta grigorjewi*) 순으로 우점하였고, 전체의 59.3%를 차지하였고, 모두 저어류들이었다. 12월은 19종, 539마리, 14,805 g 채집되었으며, 우점종은 양태, 문치가자미, 보리멸, 문절망둑 (*Acanthogobius flavimanus*)으로 모두 저어류이었고, 전체의 83.1%를 차지하였다. 1997년 3월은 13종, 146마리, 3,884 g으로, 문치가자미, 보리멸, 개서대, 양태 순으로 우점하였고, 전체의 79.5%를 차지하였다. 7월은 9종, 116마리, 3,400 g 채집되었으며, 참서대 (*Cynoglossus joyneri*), 문치가자미, 개서대, 양태 순으로 전체의 87.5%를 차지하였으며, 모두 저어류들이었다.

조사해역에 분포하는 출현종은 96년 7월에 28종으로 가장 많이 출현하였다가 점차 감소해서 97년 7월에 13종으로 가장 적었다. 출현 개체수는 95년 12월이 가장 적게 채집되었고, 점차 증가하였다가 96년 12월에 가장 많이 채집된 후 급격히 감소하는 경향을 나타내었다. 생체량도 95년 12월부터 서서히 증가하기 시작하여 96년 7월에 가장 많이 채집되었다가 점차 감소하는 경향을 나타내었다 (Fig. 3).

Table 1. Number of individuals, biomass and number of species collected by an otter trawl in Suyoung Bay, Korea from December 1995 to July 1997

Species	Season		Dec.'95		Apr.'96		July		Sept.		Dec.		Mar.'97		July		Total	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthogobius flavimanus</i>									2	16	69	413	9	215			80	644
<i>Acanthogobius hasta</i>											2	60					2	60
<i>Acropoma japonicum</i>							56	194									56	194
<i>Apogon lineatus</i>							5	221	26	242	1	13	1	9			33	485
<i>Argyrosomus argentatus</i>									3	256							3	256
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>							3	28	42	170							45	198
<i>Chelidonichthys spinosus</i>							2	34									2	34
<i>Citharoides macrolepidotus</i>									2	51							2	51
<i>Clidoderma asperrimum</i>							4	96									4	96
<i>Coelorhynchus japonicus</i>							7	40									7	40
<i>Colia nasus</i>	25	84															25	84
<i>Cololabis saira</i>													1	3			1	3
<i>Conger myriaster</i>							2	89			1	54			6	525	9	668
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>	4	43					7	106	22	342							33	491
<i>Cynoglossus joyneri</i>									7	143					33	575	40	718
<i>Cynoglossus robustus</i>					54	526	14	122			27	342	16	210	19	435	130	1,635
<i>Dictyosoma burgeri</i>					19	232											19	232
<i>Engraulis japonicus</i>	14	152					10	152									24	304
<i>Eopsetta grigorjewi</i>	3	46	29	168					41	1,197	22	248	8	94	8	205	111	1,958
<i>Glyptocephalus stelleri</i>											3	45					3	45
<i>Gymnocanthus herzensteini</i>									1	6							1	6
<i>Herklotsichthys zunasi</i>							2	28					1	20			3	48
<i>Hexagrammos otakii</i>	1	246					53	5,096	2	67	16	4,499	6	584			78	10,492
<i>Hexagrammos agrammus</i>							16	309									16	309
<i>Hypodytes rubripinnis</i>							2	22	2	22							4	44
<i>Kareius bicoloratus</i>									1	460							1	460
<i>Konosirus punctatus</i>	1	40															1	40
<i>Leiognathus nuchalis</i>	1	8					11	158									12	166
<i>Limnada yokohamae</i>			35	4,666	47	7,387	46	3,643	82	5,426	45	1,927	26	1,360			281	24,409
<i>Loparis tanakae</i>																	13	1,754
<i>Lophius litulon</i>	1	130					10	170			2	500					13	800
<i>Luciogobius guttatus</i>							2	18									2	18
<i>Macrohamphosus japonicus</i>							1	4									1	4
<i>Navodon modestus</i>																	20	709
<i>Paralichthys olivaceus</i>					2	272			1	200							4	672
<i>Parapercis sexfasciata</i>									6	352			1	13	5	140	12	505
<i>Pholis nebulosa</i>					5	115	9	151									14	266
<i>Platycephalus indicus</i>					66	709	120	1,382	101	2,810	248	2,702	15	292	11	115	561	8,010
<i>Priacanthus macracanthus</i>							4	48	4	112							8	160
<i>Pseudorhombus cinnamomeus</i>							12	202									12	202
<i>Pterogobius sp.</i>							12	160									12	160
<i>Pterois lunulata</i>					2	38											2	38
<i>Repomucenus valenciennesi</i>	5	45															5	145
<i>Scomber australasicus</i>											1	100					1	100
<i>Seriola dumerilli</i>									11	61			2	20	6	17	19	98
<i>Sillago sihama</i>	7	140	18	315	47	2,008	37	1,920	49	355	40	297	2	28	200	5,063		
<i>Sphyræna pinguis</i>									1	32	16	48					17	80
<i>Trachurus japonicus</i>							4	18									4	18
<i>Tridentiger obscurus</i>	3	11	37	215													40	226
<i>Upeneus bensasi</i>									11	113							11	113
<i>Uranoscopus japonicus</i>									1	60							1	60
<i>Zoarces gilli</i>							8	218									8	218
Number of species	11		12		28		23		19		13		9		52			
Total	65	1,045	276	7,411	476	20,087	388	12,948	539	14,805	146	3,884	116	3,400	2,006	63,580		

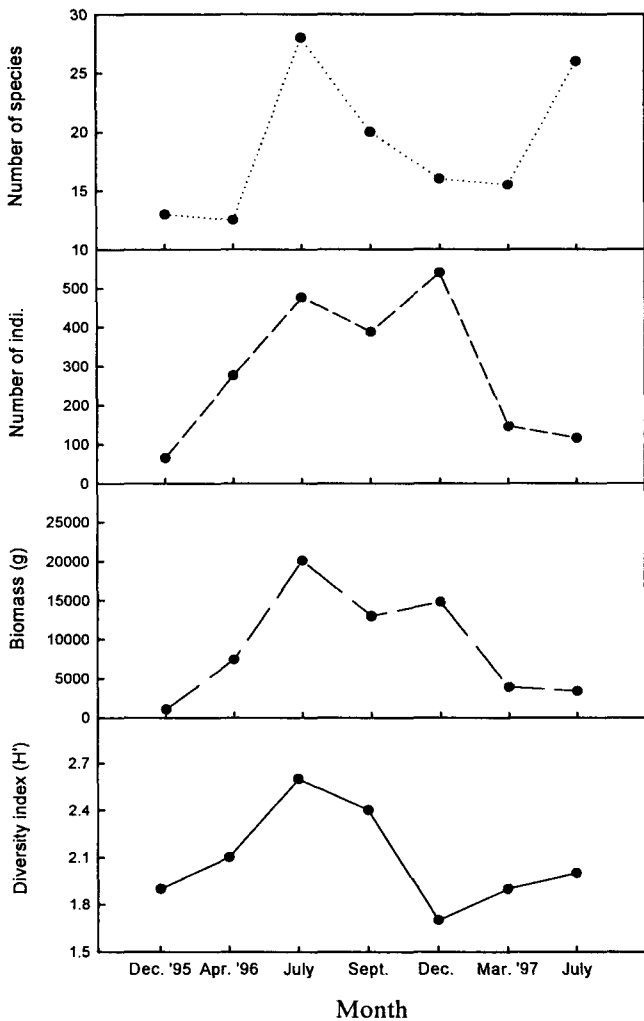


Fig. 3. Seasonal fluctuation in number of species, number of individuals, biomass and diversity index (H') of fish collected by an otter trawl in Suyoung Bay, Korea.

어류 군집구조와 계절변동을 살펴보면, 다양도 (H')는 1.5~2.6의 범위로, 95년 12월부터 서서히 증가하여 96년 7월에 최고 값을 나타내었고, 점차 감소하여 12월에 최저 값을 나타낸 뒤 점차 증가하는 경향을 보이고 있다.

고찰

본 연구에서는 어류의 생활형태를 어류가 생활하는 장소를 기준으로 하여, 주로 바닥에서 생활하면 저어류로, 수층에 유영하여 생활하면 부어류로 크게 두 가지로 구분하였다.

수심이 10 m 이하인 본 조사지역에서 표본을 채집한 결과 총 출현 개체수의 90.4%가 저어류이었고, 우점종으로는 양태, 문치가 자미, 보리멸 등이었다. 그외 나머지 9.6%가 부어류이었다. 이러한 결과는 수심이 10 m 이내로 수심이 얕은 지역에서는 소형 저인망으로 표본을 채집하더라도 수층에 유영하고 있는 부어류가 많이

채집된다는 Huh and Kwak (1998)의 연구 결과와 상반되는 결과를 나타내었다. 본 조사지역은 수심이 10 m 이하로 낮은 지역이지만 완전히 내만인 반면, Huh and Kwak (1998)의 조사지역은 남해도 연안은 외해와 인접해 있기 때문에 최유성 어종들의 무리지어 접근하기 용이하기 때문인 것으로 판단된다.

본 연구의 경우, 소형 저인망을 사용하여 계절별로 조사에서 수온은 12.5°C~27.4°C를 나타내었고, 염분은 29.72‰~33.57‰, 어류는 52종이 채집되었다. 본 조사에서 7월의 경우, 1996년도는 출현 종수, 출현량에서 최고치를 나타낸 반면 1997년도는 최저치를 나타내었다. 이는 1996년도에 부유성 어종들이 많이 채집되었기 때문으로 판단되어진다.

인근 지역인 광양만 경우 매월 조사한 Huh and Kwak (1997)의 연구 결과, 수온은 8.1°C~27.6°C를 나타내었고, 염분은 29.56‰~33.24‰, 어류는 57종이 채집되었다. 격월 조사한 Cha and Park (1997)의 연구 결과, 수온은 5.6°C~25.6°C를 나타내었고, 어류는 54종이 채집되었다. 남해도 연안에서 매월 조사한 Huh and Kwak (1998)의 연구 결과, 수온은 10.0°C~26.3°C를 나타내었고, 염분은 27.6‰~30.7‰, 어류는 64종이 채집되었다. 서해안의 아산만 경우 계절별로 조사한 Lee (1993)의 연구 결과, 수온은 2.5°C~25.9°C를 나타내었고, 어류는 34종이 채집되었다. 그리고 Lee and Hwang (1995)의 결과, 수온은 1.2°C~25.0°C를 나타내었고, 염분은 28.6‰~31.6‰, 어류는 54종이 채집되었다.

이상의 결과를 정리해보면, 출현한 어류의 종 수도 남해안이 서해안보다 많은 것으로 나타났다. 환경요인 중 염분의 변화는 남해안과 서해안의 차이가 없는 것으로 나타난 반면, 수온의 변화는 남해안보다 서해안이 더 격차가 많은 것으로 나타났다. 이는 온대해역에서는 어류군집에 가장 주된 영향을 미치는 환경요인은 온도라는 Allen and Horn (1975)의 연구결과와 잘 일치하였다.

본 연구에서는 채집면적이 3,000 m²당 2개 정점에서 계절별로 7회 조사기간 동안 출현한 종이 52종이었으며, 총 출현 개체수는 2,006마리였고, 생체량은 63,580g이었다. 남해도 연안 (Huh and Kwak, 1998)은 3,000 m²당 3개 정점에서 매월 12회 조사기간 동안 출현한 종이 64종, 11,799마리, 93,231.0g이었다. 그리고 영광연안 (Hwang et al., 1998a)은 4,500 m²당 1개 정점에서 계절별 3회 조사기간 동안 출현한 종이 46종, 433마리, 5,749g이었다. 따라서 출현종은 조사 횟수와 면적 크기 등에 큰 영향을 받지 않지만, 출현량은 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 그러나 Lee (1991)에 의하면 채집면적을 늘려 갔을 때 누적 종수는 예인 4회 자료 누적 이후에는 증가가 둔화되었고, 종 다양성 지수는 3회 이후 거의 점근선에 도달한다고 보고하였다.

요약

본 연구는 부산에 위치한 수영만에서 1995년 12월부터 1997년 7월까지 계절별로 소형 저인망으로 채집되어진 어류의 종조성 및 계절변동을 조사하였다.

조사해역의 수온은 12.0~27.7°C이었고, 염분은 31.2~34.45‰ 이었다. 출현종은 52종으로, 출현 개체수는 2,006마리였고 생체량은

63,580 g이었다. 총 출현개체수와 생체량의 90.4%와 81.4%를 저어류가 차지하였고, 그외 나머지 9.6%와 18.6%가 부어류로 구성되었다. 다양도 (H')는 1.5~2.6로 나타났다. 우점종인 양태, 보리멸, 문치가자미 및 쥐노래미 등이 본 조사해역을 대표하는 종임을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- Allen, L. and M.H. Horn. 1975. Abundance, diversity and seasonality of fishes in Colorado Lagoon, Alamitos Bay, California. *Estuarine Coastal Mar. Sci.*, 3, 371~380.
- Cha, S.S. and K.J. Park. 1997. Seasonal changes in species composition of fishes collected with a bottom trawl in Kwangyang Bay, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 9(2), 235~243 (in Korean).
- Choi, Y. 1998. Korean Coastal Fish Factual Database-Check list. <http://ricos.chungnam.ac.kr/~kockfish/list/list.htm>.
- Go, Y.B., G.M. Min and J.M. Kim. 1991. Occurrence of fish larvae at Hamduck coastal area, northern part of Cheju Island. *Korean J. Ichthyol.* 3(1), 24~35 (in Korean).
- Go, Y.B. and H.S. Shin. 1990. Species composition and diversity of fisheries resources, nekton, off the coast of Hwasun, southern part of Cheju Island. *Korean J. Ichthyol.*, 2, 36~46 (in Korean).
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1998. Seasonal variation and species composition of fishes collected by an otter trawl in the coastal water off Namhae Island. *Korean J. Ichthyol.* 10(1), 11~23 (in Korean).
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1997. Species composition and seasonal variation of fishes in eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. *Korean J. Ichthyol.* 9(2), 202~220 (in Korean).
- Hwang, S.D. 1998. Diel and seasonal variation in species composition of fishery resources collected by a bag net off Kogunsan-gundo. *Korean J. Ichthyol.* 10(2), 155~163 (in Korean).
- Hwang, S.D., Y.J. Im, H.I. Hong, Y.S. Choi and H.T. Moon. 1998a. Fishery resources off Youngkwang II. Species composition of catch by an otter trawl. *J. Korean Fish. Soc.*, 31(5), 739~748 (in Korean).
- Hwang, S.D., Y.J. Im, Y.C. Kim, H.K. Cha and S.H. Choi. 1998b. Fishery resources off Youngkwang I. Species composition of catch by a stow net. *J. Korean Fish. Soc.*, 31(5), 727~738 (in Korean).
- Hwang, S.D., Y.J. Park, S.H. Choi and T.W. Lee. 1997. Species composition of fish collected by trammel net off Heunghae, Korea. *J. Korean Fish. Soc.*, 30(1), 105~113 (in Korean).
- Kim, I.S. and W.O. Lee. 1993. The fish fauna of the Kokunsan Islands, Korea. *J. Ichthyol.*, 5(1), 41~52 (in Korean).
- Kim, C.K. and Y.J. Kang. 1991. Fish assemblage collected by gill net in the coastal shallow water off Shinsudo, Samchonpo. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, 24, 99~110 (in Korean).
- Kim, S.A. 1991. Fisheries Assessment. Woosong press, Seoul, 175pp. (In Korean).
- Kim, Y.H. and Y.J. Kang. 1995. Community structure and variation of juveniles in coastal water, Shinsudo, Samchonpo 2. seasonal variation. *Korean J. Ichthyol.* 7(2), 177~186 (in Korean).
- Lee, C.L. and D.S. Joo. 1996. The fish fauna and their characteristics of Sohuksando island. Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 8(1), 64~73 (in Korean).
- Lee, T.W. 1991. The demersal fishes of Asan Bay-I. Optimal sample size. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 24, 248~254 (in Korean).
- Lee, T.W. 1993. The demersal fishes of Asan Bay-III. Spatial variation in abundance and species composition. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 26(5), 438~445 (in Korean).
- Lee, T.W. 1996. Change in species composition of fish in Chonsu bay-1. Demersal fish. *J. Korean Fish. Soc.*, 29(1), 71~73 (in Korean).
- Lee, T.W., H.T. Moon and S.S. Choi. 1997. Change in species composition of fish in Chonsu Bay-2. surf zone fish. *J. Korean Fish. Soc.*, 9(1), 79~90 (in Korean).
- Lee, T.W. and K.C. Kim. 1992. The demersal fishes of Asan Bay-II. Diurnal and seasonal variation in abundance and species composition. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 25(2), 103~114 (in Korean).
- Lee, T.W. and S.W. Hwang. 1995. The demersal fish of Asan bay. IV. Temporal variation in species composition from 1990 to 1993. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, 22, 1~8 (in Korean).
- Pielou, E.C. 1976. *Mathematical Ecology*. 2nd ed. John Wiley and Sons press. Incy, Nova Scotia, 385pp.
- Ryu, B.S. and Y. Choi. 1993. The fluctuation of fish communities from the coastal of Kunsan, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 5(2), 194~207 (in Korean).
- Shannon, C.E. and W. Wiener. 1963. *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois press. Urbana, 125pp.
- Shin, M.C. and T.W. Lee. 1990. Seasonal variation in abundance and species composition of surf zone fish assemblage at Taechon sand beach. *J. Oceanol. Soc. Kor.*, 25, 135~144 (in Korean).
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity In *Population and community ecology*. E.C. Pielou. Gordon and Breach, Science Publishers, Inc. New York, pp. 297~298.
- 부산광역시. 1997. 남부하수처리장 방류연안수역 수질환경조사 및 사후 관리용역 보고서. 300pp.

1999년 12월 24일 접수

2000년 7월 8일 수리