

## 진해만 주변연안의 조간대 어류상

주현수<sup>†</sup> · 김진 · 김성호 · 정원석 · 송현철\* · 이용탁\* · 윤창호\*\* · 이우범\*\*\*

서남대학교 의과대학

\*광양보건대학 치위생과

\*\*신경대학교 생명공학과

\*\*\*전남대학교 건설 · 환경공학부

## Ichthyofauna of the Intertidal Zone in Jinhae Bay and the Adjacent Region

Hyun-Soo Joo<sup>†</sup> · Jin Kim · Seong-Ho Kim · Won-Seok Jeong · Hyeon-Cheol Song\*  
· Yong-Tak Lee\* · Chang-Ho Yoon\*\* · Woo-Bum Lee\*\*\*

College of Medicine, Seonam University

\*Division of Health, Kwangyang Health College

\*\*Division of Biotechnology, Shingyeong University

\*\*\*Department of Civil and Environmental Engineering, Chonnam National University

## ABSTRACT

This study were investigated at six stations around the coast of Jinhae Bay by using a casting net and a dredge from October, 2006 to September, 2007. The collected fishes (7,770 individuals) were indentified into 28 species of 23 genera belonging to 18 families, 11 orders. Dominant species was *Mugil cephalus* (RA 31.0%, 2,406 individuals), subdominant species were *Tridentiger bifasciatus* (RA 17.6%, 1,368 individuals) and *Acanthogobius lactipes* (RA 15.9%, 1,237 individuals). Rare species were *Pseudorasbora parva* and *Hypoatherina tsurugae*. *Pseudorasbora parva* and *Micropterus salmoides* were the primary freshwater fish. The most frequently appearing species were seen in summer (June and July, 2007), and the least appearing species were seen in winter (January, 2007). In all surveyed site, there was most abundant fish collected at St. 3 (Nammun-dong).

**Keywords :** Jinhae Bay, Ichthyofauna, Intertidal Zone

<sup>†</sup>Corresponding author E-mail: ecojoo3846@hanmail.net

## 1. 서론

우리나라 남해 동부에 위치하고 있는 진해만은 경상남도 남단과 거제도 사이에 걸쳐 있다. 동서로는 가덕도에서 거제대교까지, 남북으로는 마산만에서 장승포시까지의 범위이다. 해안선 길이 436.7 km, 만입 8.7 km, 평균 수심 20 m, 제일 수심이 깊은 곳은 45 m이다. 대륙붕상에 난류의 영향으로 난대성 어류가 풍부한 남해어장의 일부를 이룬다. 수심이 비교적 얕으며 해안선의 굴곡이 심하고 해안선에는 지형적 특성으로 인하여 만내에는 안골만, 웅동만, 와성만 등 부속만이 있어 외해수와 해수 교환이 제한적인 반폐쇄성 내만역의 특징을 가지고 있다. 또한 진해만 안쪽으로 갯벌이 분포하나 서해안의 갯벌지역과 달리 남해 갯벌은 염습지 등의 배후 습지가 발달되지 못하거나 인위적 간섭에 의해 단절되어있는 경우가 대부분이다<sup>6)</sup>.

진해만은 연안 역에 매립, 상업 및 주택지 확보, 방조제 및 산업 시설이 건설되면서 산업시설에서 나오는 공장폐수와 인구 증가에 따른 생활오수 유입으로 생물의 서식처가 훼손되고 있다<sup>25)</sup>. 한편 본 조사지역에서 건설 중인 237 만평의 신항만 준설토 매립장, 컨테이너 전용 부두 등으로 인한 연안 오염으로 연안 생태계의 파괴가 일어나고 있으며, 방조제가 건설될 경우 외부의 조석이 약해져 토사가 쌓일 가능성이 이미 보고 된 바 있다<sup>5)</sup>. 조사지역 주변에는 군부대, 산업단지, 생활하수가 여과 없이 연안으로 유입됨으로 수서환경 변화가 나타날 것으로 예상된다.

우리나라 연안 어류의 군집연구는 서해의 아산만 지역, 천수만 지역과 대천해빈 지역에서 중점적으로 시행되었다<sup>7,9,11,12,14,16,17)</sup>. 남해에서는 광양만, 남해도 인근해역과 남해서부 연안 등에서 실시되었으며<sup>1,2,8,15,19,21)</sup>, 동해에서는 홍해

연안 지역, 영일만 지역과 고리 주변 해역에서 중점적으로 연구가 이루어졌다<sup>3,12,18,20)</sup>.

본 조사지역인 진해만 해역의 어류상을 제외한 생물상 조사연구는 비교적 다양하다. 즉 하계 부영양화 모델링 연구<sup>5)</sup>, 진해만 동부 해역 내 식물플랑크톤 군집과 수질환경의 계절 변동의 연구<sup>8)</sup> 및 진해만 주변 해역의 대형저서동물 군집구조에 대한 연구<sup>6)</sup> 등이 있으나, 본 조사지역을 대상으로 어류상 조사를 실시한 결과는 없다. 다만, 본 조사지역과 인접한 진해 용원 해역에서 계절별 종조성 변화에 관한 연구가 있는 정도이다<sup>15)</sup>.

이에 본 연구에서는 진해만에서 오염이 심각한 행암만, 와성만, 웅동만의 조간대 어류상을 조사하였으며, 본 연구결과는 해당지역의 어류상을 포함한 기초생물학적인 자료를 확보하는데 연구목적을 두었다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 조사지점

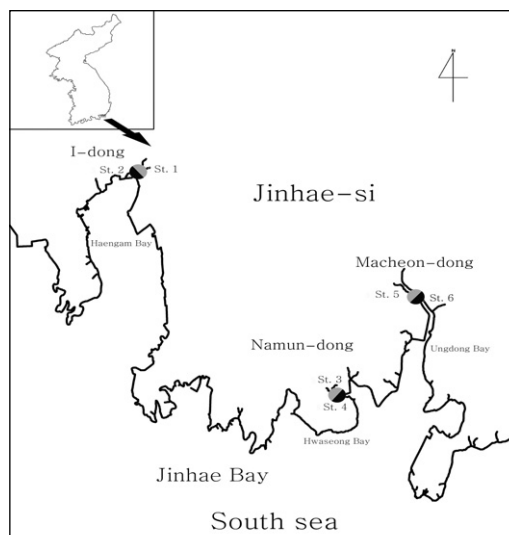


Fig. 1. Map showing the collecting sites.

Table 1. Characteristics of surveyed sites

| Characteristics            | St. 1<br>Haengam Bay | St. 2    | St. 3<br>Hwaseong Bay | St. 4    | St. 5<br>Ungdong Bay | St. 6    |
|----------------------------|----------------------|----------|-----------------------|----------|----------------------|----------|
| Width of the tide pool(m)  | 40                   | 150-200  | 10-20                 | 15-20    | 50-80                | 60-100   |
| Depth of the tide pool(m)  | ▲2.0-3.0             | ▲10-50   | ▲2.0-3.0              | ▲1.0-1.5 | ▲1.0-2.0             | ▲3.0-4.0 |
|                            | ▼0.5-1.0             | ▼1.0-3.0 | ▼0.5-1.0              | ▼0.5-0.7 | ▼0.2-1.0             | ▼1.0-1.5 |
|                            | ▽0.1-1.0             | ▽0.1-3.0 | ▽0.1-1.0              | ▽0.1-0.8 | ▽0.1-1.0             | ▽0.1-1.5 |
| Structure of the tide pool | M, S, P              | M, S, P  | M, S, P               | M, S, R  | M, S, P              | M, S, P  |

St. 1: Upper Region of I-dong, St. 2: Lower Region, of I-dong. St. 3: Upper Region of Namun-dong, St. 4: Lower Region of Namun-dong. St. 5: Upper Region of Macheon-dong, St. 6: Lower Region of Macheon-dong.

▲(high water), ▼(low water), ▽(tide pool), M: mud, S: sand, P: pebble, R: rock

조사는 경상남도 남해안에 위치하는 진해만에서 오염이 심각한 행암만, 와성만, 웅동만의 조간대 조수 웅덩이(tide pool)를 2006년 10월부터 2007년 9월까지 매월 조사를 실시하였다. 조사지점은 3개 부속만에서 각각 상류역과 하류역으로 구분하여 조사하였다(Fig. 1).

## 2.2. 연구수역의 개황

조사지역은 경상남도 진해시의 진해만에 속한 행암만, 와성만, 웅동만이다. 저조시, 조간대에 형성된 소규모 하천과 조간대에 형성된 조수 웅덩이에서 중점적으로 조사를 실시하였다. 행암만을 제외하고 와성만, 웅동만 두 지점은 현재 진행 중인 7,834,710.7 m<sup>2</sup>(237만 평)의 신항만 준 설토 매립장, 컨테이너 전용 부두의 지형적 영향을 받고 있는 지점이다. 각 조사지점별 환경현황을 간략히 요약하면 다음과 같다(Table 1).

St. 1: 행암만 지역의 상류이다. 교량의 중심으로 북쪽은 경화천과 교류하는 지점이다. 남동

사면은 에너지환경과학공원이 형성되어 있으며, 동쪽면에는 주택 단지가 구성되어 있다. 수심은 만조 때 약 2~3 m, 간조 때 약 0.5~1 m이다. 조수 웅덩이의 수심은 0.1~1 m, 최대 폭은 약 40 m, 길이는 약 60 m이다. 하상은 펄, 모래 및 자갈로 이루어져 있다. 자갈에는 이끼가 많이 부착되어 있으며, 오니가 약 25~35 cm 가량으로 쌓여 있다.

St. 2: 행암만 지역의 하류이다. 북동사면으로 군부대와 주택 단지가 형성되어 있으며, 서쪽면으로 제방이 있다. 수심은 만조 때 약 10~50 m, 간조 때 약 1~3 m이다. 조수 웅덩이 수심은 0.1~3 m, 최대 폭은 약 150~200 m, 길이는 약 60~80 m이다. 하상은 펄, 모래 및 고운 자갈로 이루어져 있다.

St. 3: 와성만 지역의 상류이다. 북쪽면에는 제방과 소규모의 마을로 이루어져 있다. 수심은 만조 때 약 2~3 m, 간조 때 약 0.5~1 m이다. 조수웅덩이 수심은 약

0.1~1 m이며, 최대 폭은 약 10~20 m, 길이는 약 50~70 m이다. 하상은 펄, 모래 및 자갈로 구성되어 있다.

St. 4: 와성만의 지역의 하류이다. 남동사면은 골재 채취장과 축사가 있다. 수심은 만조 때 약 1~1.5 m, 간조 때 약 0.5~0.7 m이다. 조수 웅덩이 수심은 약 0.1~0.8 m이며, 최대 폭은 약 15~20 m, 길이는 약 50~60 m이다. 하상은 펄, 모래 및 큰 돌로 구성되어 있다.

St. 5: 웅동만 지역의 상류이다. 서측면은 산업단지, 아파트 및 주택 단지들이 있다. 공장폐수와 생활폐수가 흘러나와 썩은 오니의 깊이는 약 20~40 cm 쌓여 있으며 악취가 약간 날 정도로 오염되어 있다. 만조 때 약 1~2 m, 간조 때 약 0.2~1 m이다. 조수 웅덩이 수심은 약 0.1~1 m이며, 최대 폭은 약 50~80 m, 길이는 약 50~80 m이다. 하상은 펄, 모래, 자갈 및 큰 돌로 구성되어 있다.

St. 6: 웅동만 지역의 하류이다. 동서사면은 산업단지, 북쪽으로 아파트와 상가들이 밀집된 지역이다. 만조 때 약 3~4 m, 간조 때 약 1~1.5 m이다. 조수 웅덩이 수심은 약 0.1~1.5 m이며, 최대 폭은 약 60~100 m, 길이는 약 80~100 m이다. 하상은 펄, 모래 및 자갈로 구성되어 있다. 자갈에는 이끼가 많이 부착 되어 있다. 오니는 약 30~40 cm가량 쌓여 있으며, 악취는 그렇게 심하지 않다. 현재 공사 중인 신항만 준설토 매립장, 컨테이너 전용 부두의 지형적 영향을 받고 있는 지점이다.

## 2.3. 채집방법

채집은 투망(망목 5×5 mm)과 족대로 채집하

였으며, 일부는 뜰망을 이용하기도하였다. 채집된 표본은 현지에서 분류, 개체수 확인 및 체장과 체중 측정을 실시한 후, 방류하였다. 정확한 분류학적 조사가 필요한 일부 개체들은 10% 중성 포르말린 액에 고정하여 실험실로 운반한 후, 정확한 분류를 재실시하였다. 표본의 분류 및 동정은 김(1997)<sup>4)</sup>, Nakabo *et al.*(1993)<sup>24)</sup> 및 윤(2002)<sup>10)</sup>에 의하여 실시하였다. 분류 체계는 Nelson(1994)<sup>25)</sup>에 따랐다.

## 2.4. 군집분석

본 연구를 통하여 각 조사지역에서 확인된 출현종과 출현 개체수의 결과는 다음과 같은 군집분석을 실시하였다. 우점도 (Dominance index<sup>23)</sup>, 다양도 (Shannon-Weaver Diversity Index)<sup>26)</sup>, 풍부도 (Margalef Index)<sup>22)</sup> 균등도 (Pielou Evenness Index)<sup>26)</sup>.

# 3. 결과 및 고찰

## 3.1. 전체 어류 종조성

2006년 10월부터 2007년 9월까지 조간대에서 채집된 어류는 총 10목 18과 23속 28종 7,770개체였다. 출현한 어류 중에서 농어목 Order Perciformes, 망둑어과 Family Gobiidae에 속하는 어류가 5속 10종으로서 다른 분류군에 비해 우점하였다. 그 다음으로 청어목 Order Clupeiformes 순으로 나타났다. 가장 적게 출현한 어류들의 분류군은 바다빙어목 Order Osmeriformes, 샛줄멸목 Order Atheriniformes 및 동갈치목 Order Beloniformes 등으로 확인되었다. 다른 어류에 비해, 망둑어과 Family Gobiidae 어류의 출현

율이 높은 것은 해수의 유동이 크거나 혼탁도가 높은 쇄파대 등과 같은 환경의 변화가 심한 곳에서 적응하여 우점하기 때문인 것으로 알려져 있고<sup>17)</sup>, 본 연구 대상지역의 지형적 특성과 밀접한 연관성이 있다고 사료된다.

출현한 전체 28종 어류에서 참붕어 *Pseudorasbora parva*와 배스 *Micropterus salmoides*의 2종 어류는 일차담수어류로 구분되었다. 이들 어류는 2007년 8월에 집중호우로 인하여 각 조사지역의 상류하천에서 분포하였던 개체들로 추정된다. 참붕어 *Pseudorasbora parva*는 St. 6 지역에서 채집되었으며, 배스 *Micropterus salmoides*는 St. 3, St. 5 및 St. 6 지역에서 채집되었다.

출현한 어류 가운데, 회유성 어류로 구분되는 어류는 큰가시고기 *Gasterosteus aculeatus*와 은어 *Plecoglossus altivelis*의 2종이었다. 큰가시고기 *Gasterosteus aculeatus*는 2007년 3월에만 St. 1 지역(1개체), St. 3 지역(27개체) 및 St. 4 지역(13개체)에서 출현하였다. 본 조사 지역에서 채집된 큰가시고기 *Gasterosteus aculeatus*는 하상이 수초, 모래 및 펄이며, 수심이 약 50~70 cm 정도인 St. 1 지역에서 채집되었다(Table 2). 은어 *Plecoglossus altivelis*는 St. 5 지역에서 2006년 10월과 2007년 4월에 각각 8 개체가 출현하였다. 모래, 자갈 및 바위로 저질이 구성되며, 수심은 약 0.7~1 m 정도인 St. 5 지역에서 채집하였다(Table 2).

전체 출현한 7,770개체의 어류에 대한 우점종으로 확인된 종은 숭어 *Mugil cephalus* (2,406개체, 31%)와 민물두줄망둑 *Tridentiger bifasciatus* (1,368개체 17.6%)으로 확인되었다.

조사 지역에서 가장 다양한 종이 관찰한 시

기는 2007년 6월과 9월로, 각각 13종, 12종이 나타났다. 가장 적은 종이 관찰된 시기는 2007년 1월로 3종이 나타났다. 2007년 6월은 산란활동과 먹이가 가장 풍부한 시기이지만 2007년 1월은 수온이 낮으며 동물성 플랑크톤의 감소에 따라 종 출현이 감소하는 것으로 추정된다(Fig. 2).

출현 개체 수에서 많은 어류가 조사된 시기는 2007년 6월과 7월에 각각 1,269, 1,200개체가 출현하였으며, 가장 적은 개체가 출현한 시기는 2006년 12월에 22개체가 채집되었다(Fig. 2).

전체 조사지역에서 가장 다양한 종이 출현한 지역은 St. 3 지역인 남문동으로 18종이 확인되었다. 이러한 원인은 모래, 자갈 및 수초가 있어 어류의 활동성과 먹이 섭취에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 반면 St. 1 지역인 이동지역은 밀집한 주택지에서 나오는 음식물 쓰레기와 군부대에서 흘러나오는 탁한 물로 인하여 악취가 심하고, 다른 조사 지역보다 조수웅덩이 바닥에 이끼, 음식물 쓰레기 및 썩은 오니가 퇴적되어 가장 적은 종이 출현한 결과로 생각한다. St. 6 지역인 마천동 상·하류지역은 공장 폐수, 생활하수 및 음식물 쓰레기 등으로 인하여 오염되어있다. 또한 정치망과 새우망들이 무작위로 주변에 설치되어 있어 어류들의 이동이 자유롭지 못하기 때문으로 사료된다.

### 3.2. 조사시기별 어류상

2006년 10월부터 2007년 9월까지 채집을 실시한 결과, 확인된 어류는 총 28종의 출현결과를 나타냈다. 수온이 낮은 2006년 12월과 2007년 1월은 출현 종수 및 개체수가 감소하는 현상을 보였으며, 2007년 5월, 2007년 6월 및 2007년 7월은 여름·가을에서 산란한 치어기와 회유어종의 증가로 전체 어류의 밀도가 높

Table 2. Fishes collected at the surveyed sites from October 2006 to September 2007

| Scientific names                 | O   | N   | D   | J   | F   | Mr  | A   | M     | Ju    | L     | U   | S   | sum   |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-----|-----|-------|
| Order Clupeiformes               |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| Family Engraulidae               |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| <i>Thryssa kammalensis</i>       | 1   | 1   |     |     |     |     |     |       | 4     |       |     | 1   | 7     |
| Family Chirocentridae            |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| <i>Chirocentrus dorab</i>        | 2   |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     | 2     |
| Family Clupeidae                 |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| <i>Sardinella zunasi</i>         | 9   | 1   |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     | 10    |
| <i>Konosirus punctatus</i>       | 1   | 2   |     |     |     |     |     | 23    | 109   | 128   | 33  | 76  | 372   |
| Order Cypriniformes              |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| Family Cyprinidae                |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| <i>Pseudorasbora parva</i>       |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       | 1   |     | 1     |
| Order Osmeriformes               |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| Family Osmeridae                 |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| <i>Plecoglossus altivelis</i>    | 8   |     |     |     |     |     | 8   |       |       |       |     |     | 16    |
| Order Atheriniformes             |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| Family Atherinidae               |     |     |     |     |     |     |     |       | 1     |       |     |     | 1     |
| <i>Hypoatherina tsurugae</i>     |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| Order Belontiiformes             |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| Family Adrianichthyidae          |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| <i>Oryzias latipes</i>           |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     | 29  | 29    |
| Family Hemiramphidae             |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| <i>Hemiramphus sajori</i>        |     |     |     |     |     |     |     |       |       | 4     |     |     | 4     |
| Order Gasterosteiformes          |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| Family Gasterosteiformes         |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| <i>Gasterosteus aculeatus</i>    |     |     |     |     |     | 40  | 1   |       |       |       |     |     | 41    |
| Order Scorpaeniformes            |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| Family Platycephalidae           |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| <i>Platycephalus indicus</i>     |     | 1   |     | 1   | 1   |     |     | 7     | 3     | 3     |     | 1   | 17    |
| Order Perciformes                |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| Family Moronidae                 |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| <i>Lateolabrax japonicus</i>     |     |     |     |     |     |     |     |       | 2     | 3     |     | 2   | 7     |
| Family Pentacerotidae            |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| <i>Micropterus salmoides</i>     |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       | 2   |     | 2     |
| Family Leiognathidae             |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| <i>Leiognathus nuchalis</i>      | 11  |     |     |     | 9   | 10  | 46  | 83    | 105   | 92    | 7   | 44  | 407   |
| Family Sparidae                  |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| <i>Acanthopagrus schlegelii</i>  | 2   |     |     |     |     |     |     |       | 1     | 98    |     | 28  | 129   |
| Family Mugilidae                 |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| <i>Mugil cephalus</i>            | 57  | 49  | 57  | 120 | 88  | 162 | 246 | 300   | 451   | 396   | 141 | 339 | 2,406 |
| Family Gobiidae                  |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| <i>Acentrogobius pflaumi</i>     | 7   | 22  |     |     |     | 3   | 3   | 3     | 14    | 6     | 3   |     | 61    |
| <i>Acanthogobius lactipes</i>    | 66  | 134 | 130 | 39  | 51  | 71  | 119 | 236   | 129   | 109   | 35  | 118 | 1,237 |
| <i>Acanthogobius flavimanus</i>  | 41  | 31  | 29  | 6   |     | 4   | 5   | 12    | 39    | 20    | 3   | 13  | 203   |
| <i>Chaenogobius castaneus</i>    |     | 48  | 15  |     | 5   | 15  | 53  | 40    | 159   | 127   | 22  | 39  | 523   |
| <i>Chaenogobius heptacanthus</i> |     | 2   |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     | 2     |
| <i>Favonigobius gymnauchen</i>   |     |     |     | 1   |     |     |     |       | 35    | 2     |     |     | 38    |
| <i>Mugilogobius abei</i>         |     | 21  | 12  | 3   | 6   | 4   | 5   | 19    | 33    | 15    |     | 6   | 124   |
| <i>Tridentiger bifasciatus</i>   | 107 | 176 | 50  | 38  | 33  | 75  | 315 | 179   | 88    | 125   | 61  | 121 | 1,368 |
| <i>Tridentiger obscurus</i>      | 11  |     | 22  | 8   | 15  |     |     | 39    | 27    | 2     |     | 6   | 130   |
| <i>Tridentiger brevispinis</i>   | 26  | 39  | 30  | 49  | 44  | 56  | 64  | 62    | 38    | 70    | 26  | 83  | 587   |
| Order Pleuronectiformes          |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| Family Pleuronectidae            |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| <i>Kareius bicoloratus</i>       |     |     | 1   | 1   | 2   |     |     |       | 31    |       |     | 2   | 37    |
| Order Tetraodontiformes          |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| Family Tetraodontidae            |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |     |     |       |
| <i>Takifugu niphobles</i>        |     | 1   |     |     |     |     | 1   | 4     | 1     |       |     | 2   | 9     |
| No. of species                   | 14  | 14  | 9   | 10  | 10  | 10  | 12  | 14    | 18    | 16    | 11  | 17  | 28    |
| No. of individuals               | 349 | 528 | 346 | 266 | 254 | 440 | 866 | 1,008 | 1,269 | 1,200 | 334 | 910 | 7,770 |

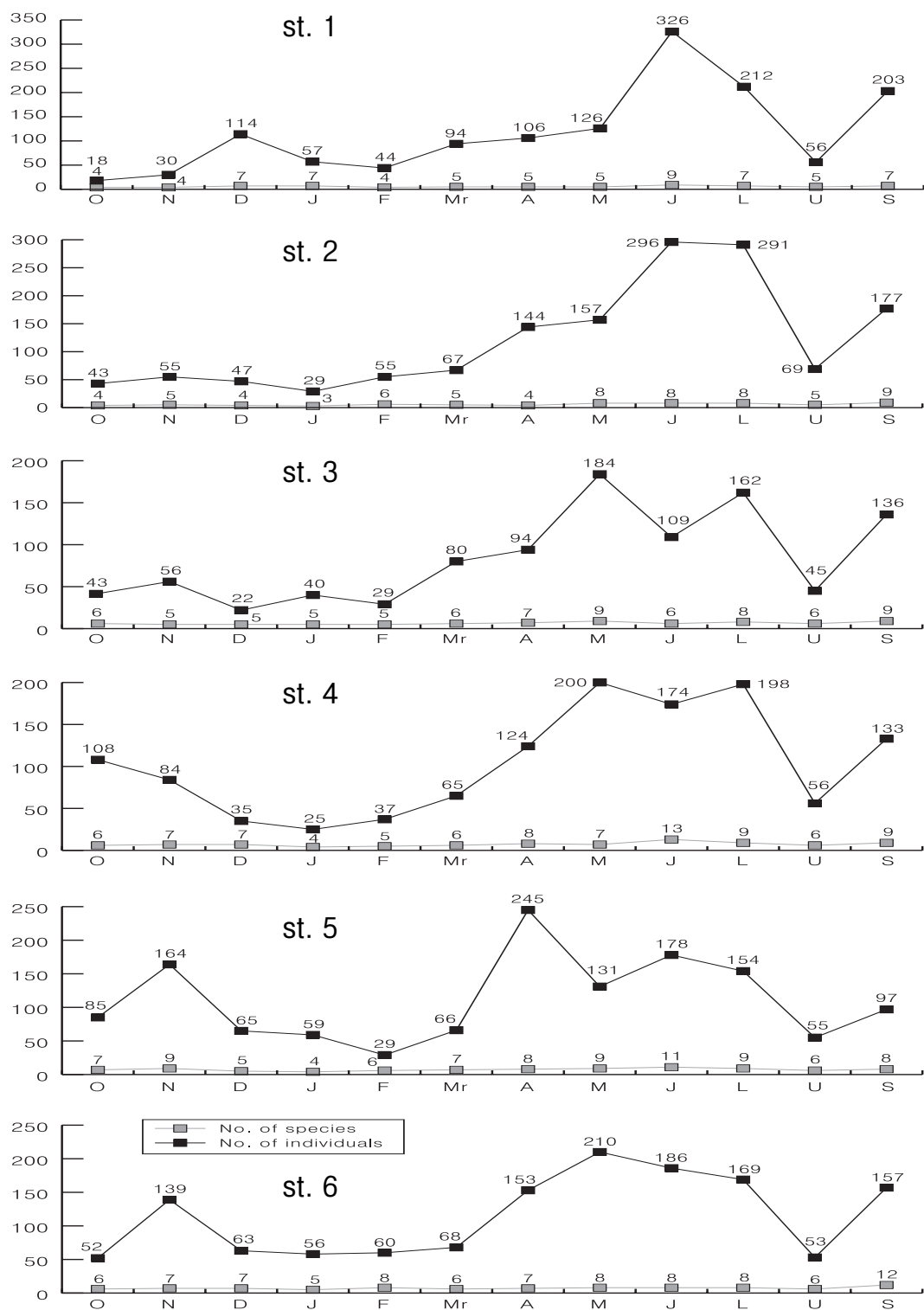


Fig. 2. The monthly change of Number of species and individuals of fish collected at each sites.

게 출현하였다. 가장 많은 종수가 출현한 시기는 2007년 6월(18종), 2007년 9월(17종), 2007년 7월(16종), 2007년 5월(14종), 2006년 11월(14종), 및 2006년 10월(14종)로 확인되었다. 그 다음 시기는 2007년 4월(12종), 2007년 8월(11종), 2007년 3월(10종), 2007년 1월(10종), 2007년 2월(10종) 및 2007년 12월(9종) 순으로 확인되었다(Table 2).

가장 많은 개체가 출현한 시기는 2007년 6월(1,269개체), 2007년 7월(1,200개체), 2007년 5월(1,008개체), 2007년 9월(910개체), 2007년 4월(866개체) 및 2006년 11월(528개체)로 확인되었다. 그 다음 시기는 2007년 3월(440개체), 2006년 10월(349개체), 2006년 12월(346개체), 2007년 8월(334개체), 2007년 1월(266개체) 및 2007년 2월(254개체)의 순으로 나타났다(Table 2).

2006년 10월, 가장 다양한 어류가 출현한 지역은 7종 85개체수가 확인된 St. 5 지역이며 가장 적은 어류가 출현한 조사지역은 4종 18개체가 확인된 St. 2 지역이다. 우점종은 민물두줄망둑 *Tridentiger bifasciatus*이며 희소종은 청멸 *Thryssa kammalensis*과 물멸 *Chirocentrus dorab*로 확인되었다(Fig. 2).

2006년 11월에 가장 다양한 어류가 출현한 지역은 9종 163개체수가 확인된 St. 5 지역이며 가장 적은 어류가 출현한 조사지역은 4종 30개체가 확인된 St. 2 지역이다. 우점종은 민물두줄망둑 *Tridentiger bifasciatus*이며 희소종은 밴댕이 *Sardinella zunasi*와 양태 *Platycephalus indicus*이었다.

2006년 12월에 가장 다양한 어류가 출현한 지역은 7종 114개체수가 확인된 St. 2 지역이며 가장 적은 어류가 출현한 조사지역은 4종 47개

체가 확인된 St. 1 지역이다. 우점종은 흰발망둑 *Acanthogobius lactipes*이며 희소종은 돌가자미 *Kareius bicoloratus*와 모치망둑 *Mugilogobius abei*이었다(Fig. 2).

2007년 1월에 가장 다양한 어류가 출현한 지역은 7종 57개체수가 확인된 St. 2 지역이며 가장 적은 어류가 출현한 조사지역은 3종 29개체가 확인된 St. 1 지역이다. 우점종은 송어 *Mugil cephalus*이며 희소종은 날개망둑 *Favonigobius gymnauchen*과 돌가자미 *Kareius bicoloratus*이었다(Fig. 2).

2007년 2월에 가장 다양한 어류가 출현한 지역은 8종 60개체수가 확인된 St. 6 지역이며 가장 적은 어류가 출현한 조사지역은 4종 44개체가 확인된 St. 2 지역이다. 우점종은 송어 *Mugil cephalus*이며 희소종은 돌가자미 *Kareius bicoloratus*와 모치망둑 *Mugilogobius abei*이었다(Fig. 2).

2007년 3월에 가장 다양한 어류가 출현한 지역은 6종 80개체수가 확인된 St. 3 지역이며 가장 적은 어류가 출현한 조사지역은 5종 67개체가 확인된 St. 1 지역이다. 우점종은 송어 *Mugil cephalus*이며 희소종은 양태 *Platycephalus indicus*와 모치망둑 *Mugilogobius abei*이다(Fig. 2).

2007년 4월에 가장 다양한 어류가 출현한 지역은 8종 245개체수가 확인된 St. 5 지역이며 가장 적은 어류가 출현한 조사지역은 4종 144개체가 확인된 St. 1 지역이다. 우점종은 민물두줄망둑 *Tridentiger bifasciatus*이며 희소종은 큰가시고기 *Gasterosteus aculeatus*와 복섬 *Takifugu niphobles*이었다. 큰가시고기 *Gasterosteus aculeatus*는 바다의 연안에 살다가 산란기인 3~4월에 산란을 하기위해 강의 하구로

물려와 산란을 마치고 죽는 것으로 보고되었으나, 본 조사지역에서는 사체 흔적을 확인하지 못하였다.

2007년 5월에 가장 다양한 어류가 출현한 지역은 10종 131개체수가 확인된 St. 5 지역이며 가장 적은 어류가 출현한 조사지역은 5종 126개체가 확인된 St. 2 지역이다. 우점종은 숭어 *Mugil cephalus*이며, 희소종은 은줄멸 *Hypoatherina tsurugae*과 모치망둑 *Mugilogobius abei*이었다 (Fig. 2).

2007년 6월에 가장 다양한 어류가 출현한 지역은 11종 178개체수가 확인된 St. 5 지역이며 가장 적은 어류가 출현한 조사지역은 6종 109개체가 확인된 St. 3 지역이다. 우점종은 숭어 *Mugil cephalus*이며 희소종은 감성돔 *Acanthopagrus schlegelii*과 농어 *Lateolabrax japonicus*로 확인되었다(Fig. 2).

2007년 7월에 가장 다양한 어류가 출현한 지역은 9종 198개체수가 확인된 St. 4 지역이며 가장 적은 어류가 출현한 조사지역은 7종 169개체가 확인된 St. 6 지역이다. 우점종은 숭어 *Mugil cephalus*이며 희소종은 날개망둑 *Favonigobius gymnauchen*과 검정망둑 *Tridentiger obscurus*이었다(Fig. 2).

2007년 8월에 가장 다양한 어류가 출현한 지역은 St. 4와 St. 5 지역에서 각각 6종 56개체가 채집되었으며, 가장 적은 어류가 출현한 조사지역은 5종 56개체가 확인된 St. 1 지역이다. 우점종은 숭어 *Mugil cephalus*이며 희소종은 일차담수어류인 참붕어 *Pseudorasbora parva*와 배스 *Mocropterus salmoides*이었다. 참붕어 *Pseudorasbora parva*와 배스 *Mocropterus salmoides*는 우기로 인해 상류에서 하류쪽으로 내려 온 것으로 생각된다(Fig. 2).

2007년 9월에 가장 다양한 어류가 출현한 지역은 11종 157개체수가 확인된 St. 6 지역이며 가장 적은 어류가 출현한 조사지역은 7종 203개체가 확인된 St. 1 지역이다. 우점종은 숭어 *Mugil cephalus*이며 희소종은 청멸 *Thryssa kammalensis*과 송사리 *Oryzias latipes*이었다 (Fig. 2).

### 3.3. 우점종과 희소종

전체 조사 시기를 통하여 채집된 어류는 10목 18과 23속 28종 7,770개체로 나타났다. 우점종으로 확인된 종은 숭어 *Mugil cephalus* (2,406개체, 31%), 민물두줄망둑 *Tridentiger bifasciatus* (1,368개체 17.6%), 흰발망둑 *Acanthogobius lactipes* (1,237개체, 15.9%), 민물검정망둑 *Tridentiger brevispinis* (587개체, 7.55개체) 및 날망둑 *Chaenogobius castaneus* (523개체, 6.73개체) 순으로 나타났다. 이들 종들은 6,121개체(78.8%)를 차지하여 우점종으로 확인되었으며, 이에 비하여 상대적으로 희소하게 출현한 어류는 물멸 *Chirocentrus dorab*, 은줄멸 *Hypoatherina tsurugae*, 살망둑 *Chaenogobius heptacanthus*, 농어 *Lateolabrax japonicus* 및 학공치 *Hemiramphus sajori*로 나타났다(Table 3).

조사 시기에 따른 우점종과 희소종 결과는 Table 3과 같다. 우점종에 해당되는 어류는 숭어 *Mugil cephalus*, 전어 *Konosirus punctatus*, 날망둑 *Chaenogobius castaneus*, 민물두줄망둑 *Tridentiger bifasciatus* 및 흰발망둑 *Acanthogobius lactipes*으로 확인되었다. 특히 숭어 *Mugil cephalus*, 민물두줄망둑 *Tridentiger bifasciatus* 및 흰발망둑 *Acanthogobius lactipes*의 3종은 우점종에 해당되거나, 아우점

중에 해당되는 특징을 나타냈다. 희소종에 해당되는 어류는 은줄멸 *Hypoatherina tsurugae*, 살망둑 *Chaenogobius heptacanthus*, 양태 *Platycephalus indicus*, 학공치 *Hemiramphus sajori*, 모치망둑 *Mugilogobius abei* 및 복어 *Takifugu niphobles*로 확인되었다.

전체 조사기간을 통하여 나타난 각 조사지점별 우점종은 St. 1, 2, 3의 경우 숭어 *Mugil cephalus*로, St. 4, 5는 민물두줄망둑 *Tridentiger bifasciatus*으로, St. 6은 흰발망둑 *Acanthogobius lactipes*으로 각각 나타났다 (Fig. 3).

### 3.4. 군집분석

전체 조사시기에서 종 다양도 지수가 가장 높은 시기는 2007년 9월 2.16지수이며, 가장 낮은 시기는 2007년 4월로서 0.79지수를 나타냈다. 종 풍부지수는 다양도지수와 동일하게 2007년 6월에 2.33지수로 가장 높게 나타났으며, 2007년 1월에는 가장 낮은 수치인 0.59지수를 나타냈다. 균등도의 경우는 가장 높은 시기가 2006년 10월에 0.97지수이며, 가장 낮은 시기가 2007년 4월에 0.46지수를 나타냈다.

조사 지역별로 보면 St. 1 지역에서는 종다양도 지수는 1.80지수, 풍부도 지수는 1.62지수 및 균등도 지수는 0.61로 나타났다. St. 2 지역에

Table 3. Dominant species, subdominant species, and rare species

| Date            | Dominant species               | Subdominant species            | Rare species                                                   |
|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| October, 2006   | <i>Tridentiger bifasciatus</i> | <i>Acanthogobius lactipes</i>  | <i>Thryssa kammalensis</i><br><i>Chirocentrus dorab</i>        |
| November, 2006  | <i>Tridentiger bifasciatus</i> | <i>Acanthogobius lactipes</i>  | <i>Sardinella zunasi</i><br><i>Platycephalus indicus</i>       |
| December, 2006  | <i>Acanthogobius lactipes</i>  | <i>Mugil cephalus</i>          | <i>Kareius bicoloratus</i><br><i>Mugilogobius abei</i>         |
| January, 2007   | <i>Mugil cephalus</i>          | <i>Acanthogobius lactipes</i>  | <i>Favonigobius gymnauchen</i><br><i>Kareius bicoloratus</i>   |
| February, 2007  | <i>Mugil cephalus</i>          | <i>Acanthogobius lactipes</i>  | <i>Kareius bicoloratus</i><br><i>Mugilogobius abei</i>         |
| March, 2007     | <i>Mugil cephalus</i>          | <i>Tridentiger bifasciatus</i> | <i>Platycephalus indicus</i><br><i>Mugilogobius abei</i>       |
| April, 2007     | <i>Tridentiger bifasciatus</i> | <i>Mugil cephalus</i>          | <i>Gasterosteus aculeatus</i><br><i>Takifugu niphobles</i>     |
| May, 2007       | <i>Mugil cephalus</i>          | <i>Acanthogobius lactipes</i>  | <i>Hypoatherina tsurugae</i><br><i>Mugilogobius abei</i>       |
| June, 2007      | <i>Mugil cephalus</i>          | <i>Chaenogobius castaneus</i>  | <i>Acanthopagrus schlegeli</i><br><i>Lateolabrax japonicus</i> |
| July, 2007      | <i>Mugil cephalus</i>          | <i>Konosirus punctatus</i>     | <i>Favonigobius gymnauchen</i><br><i>Tridentiger obscurus</i>  |
| August, 2007    | <i>Mugil cephalus</i>          | <i>Tridentiger bifasciatus</i> | <i>Pseudorabara parva</i><br><i>Micropterus salmoides</i>      |
| September, 2007 | <i>Mugil cephalus</i>          | <i>Tridentiger bifasciatus</i> | <i>Thryssa kammalensis</i><br><i>Kareius bicoloratus</i>       |

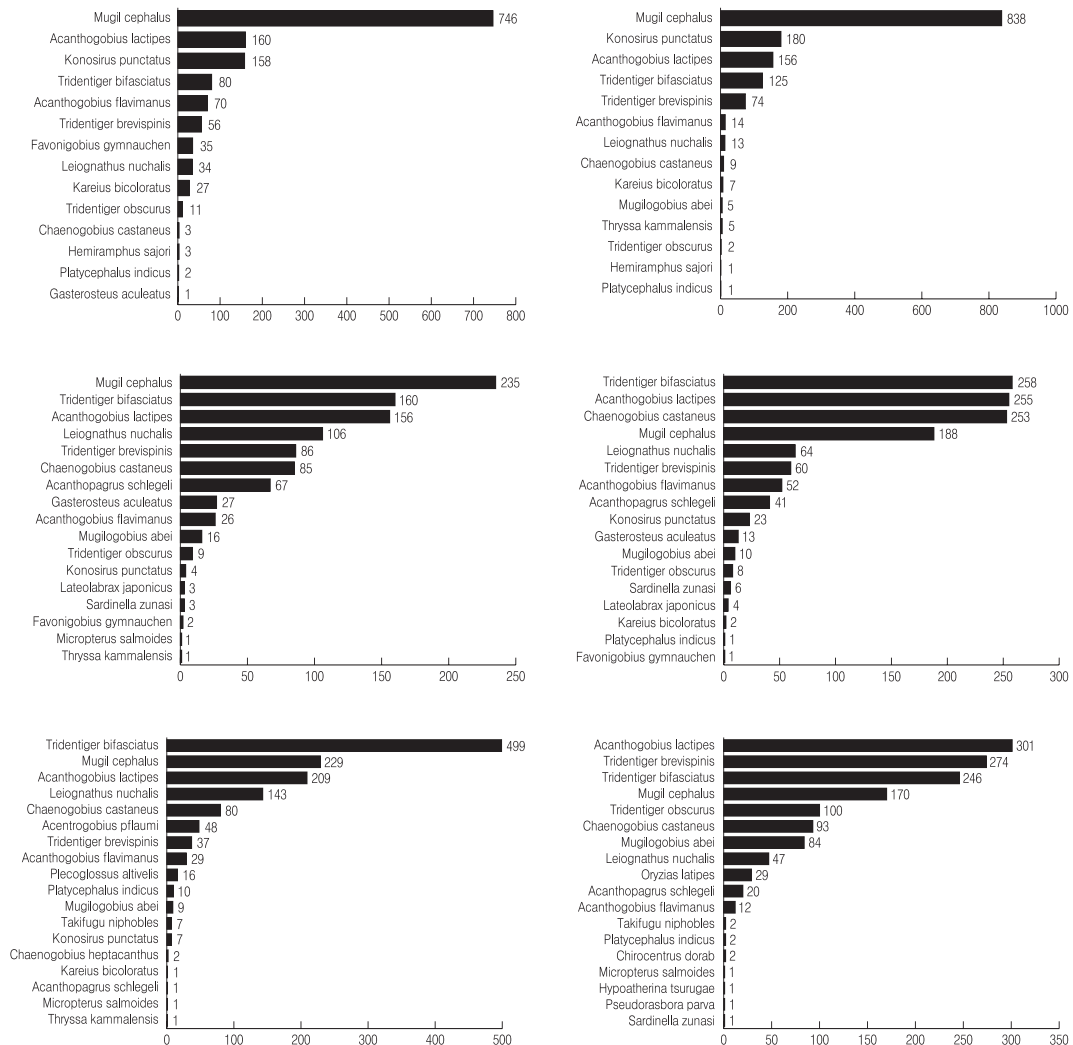


Fig. 3. Composition of individuals of fishes collected at each sites.

upper left : st. 1; upper right : st. 2; middle left : st. 3; middle right : st. 4

lower left : st. 5; lower right : st. 6

서는 종다양도 지수는 1.79지수, 풍부도 지수는 1.39지수 및 균등도 지수는 0.53로 확인되었다. St. 3 지역에서는 종다양도 지수는 2.46지수, 풍부도 지수는 2.20지수 및 균등도 지수는 0.76지수로 조사 지역별에서 가장 어류가 다양하고 개체수가 많은 지역으로 확인 되었다. St. 4 지역에서는 종다양도 지수는 2.25지수, 풍부도

지수는 2.07지수 및 균등도 지수는 0.73으로 나타났다 St. 5 지역에서는 종다양도 지수는 2.36지수, 풍부도 지수는 1.88지수 및 균등도 지수는 0.65로 나타났다. St. 6 지역에서는 종다양도 지수는 2.35지수, 풍부도 지수는 2.10지수 및 균등도 지수는 0.73으로 나타났다 (Table. 4).

Table 4. Cluster analysis of fishes collected at the surveyed sites from Oct. 2006 to Sep. 2007

| Sites      | Month | Richness (RI) | Diversity (H?) | Evenness (EI) |
|------------|-------|---------------|----------------|---------------|
| I-dong     | St. 1 | O             | 1.04           | 1.23          |
|            |       | N             | 0.88           | 1.25          |
|            |       | D             | 1.27           | 1.56          |
|            |       | J             | 1.48           | 1.47          |
|            |       | F             | 0.79           | 1.12          |
|            |       | Mr            | 0.88           | 1.08          |
|            |       | A             | 0.86           | 0.79          |
|            |       | M             | 0.83           | 0.84          |
|            |       | Ju            | 1.38           | 1.61          |
|            |       | L             | 1.12           | 1.29          |
|            |       | U             | 0.99           | 0.98          |
|            |       | S             | 1.13           | 1.23          |
|            | St. 2 | O             | 0.80           | 1.34          |
|            |       | N             | 1.00           | 1.37          |
|            |       | D             | 0.78           | 1.22          |
|            |       | J             | 0.59           | 0.95          |
|            |       | F             | 1.25           | 1.33          |
|            |       | Mr            | 0.95           | 1.12          |
|            |       | A             | 0.60           | 1.03          |
|            |       | M             | 1.38           | 1.03          |
|            |       | Ju            | 1.23           | 1.12          |
|            |       | L             | 1.23           | 1.16          |
|            |       | U             | 0.94           | 0.98          |
|            |       | S             | 1.55           | 1.27          |
| Nemun-dong | St. 3 | O             | 1.33           | 1.50          |
|            |       | N             | 0.99           | 1.51          |
|            |       | D             | 1.29           | 1.39          |
|            |       | J             | 1.08           | 1.46          |
|            |       | F             | 1.19           | 1.32          |
|            |       | Mr            | 1.14           | 1.59          |
|            |       | A             | 1.32           | 1.77          |
|            |       | M             | 1.53           | 1.85          |
|            |       | Ju            | 1.07           | 1.55          |
|            |       | L             | 1.38           | 1.62          |
|            |       | U             | 1.31           | 1.58          |
|            |       | S             | 1.63           | 1.97          |
|            | St. 4 | O             | 1.07           | 1.44          |
|            |       | N             | 1.35           | 1.69          |
|            |       | D             | 1.69           | 1.60          |
|            |       | J             | 0.62           | 0.97          |
|            |       | F             | 1.38           | 1.55          |
|            |       | Mr            | 1.20           | 1.62          |
|            |       | A             | 1.45           | 1.67          |
|            |       | M             | 1.13           | 1.57          |
|            |       | Ju            | 2.33           | 2.03          |
|            |       | L             | 1.51           | 1.67          |
|            |       | U             | 1.24           | 1.67          |
|            |       | S             | 1.64           | 2.01          |

(continued Table #)

| Sites        | Month | Richness (RI) | Diversity (H?) | Evenness (EI) |
|--------------|-------|---------------|----------------|---------------|
| Macheon-dong | O     | 1.35          | 1.77           | 0.91          |
|              | N     | 1.57          | 1.43           | 0.65          |
|              | D     | 0.96          | 1.39           | 0.86          |
|              | J     | 0.74          | 0.82           | 0.59          |
|              | F     | 1.48          | 1.41           | 0.79          |
|              | Mr    | 1.43          | 1.54           | 0.79          |
|              | A     | 1.27          | 0.96           | 0.46          |
|              | M     | 1.64          | 1.75           | 0.80          |
|              | Ju    | 1.93          | 1.82           | 0.76          |
|              | L     | 1.59          | 1.87           | 0.85          |
|              | U     | 1.24          | 1.53           | 0.85          |
|              | S     | 1.53          | 1.75           | 0.84          |
|              | O     | 1.27          | 1.62           | 0.90          |
|              | N     | 1.22          | 1.61           | 0.83          |
|              | D     | 1.45          | 1.83           | 0.94          |
|              | J     | 0.99          | 1.46           | 0.91          |
|              | F     | 1.71          | 1.62           | 0.78          |
|              | Mr    | 1.18          | 1.59           | 0.89          |
|              | A     | 1.19          | 1.46           | 0.75          |
|              | M     | 1.31          | 1.64           | 0.79          |
|              | Ju    | 1.34          | 1.86           | 0.90          |
|              | L     | 1.35          | 1.91           | 0.92          |
|              | U     | 1.26          | 1.47           | 0.82          |
|              | S     | 2.15          | 2.16           | 0.87          |
| Sum          | St. 1 | 1.80          | 1.62           | 0.61          |
|              | St. 2 | 1.79          | 1.39           | 0.53          |
|              | St. 3 | 2.46          | 2.20           | 0.76          |
|              | St. 4 | 2.25          | 2.07           | 0.73          |
|              | St. 5 | 2.36          | 1.88           | 0.65          |
|              | St. 6 | 2.35          | 2.10           | 0.73          |
|              | O     | 2.22          | 1.99           | 0.75          |
|              | N     | 2.07          | 1.86           | 0.71          |
|              | D     | 1.37          | 1.81           | 0.82          |
|              | J     | 2.14          | 1.94           | 0.73          |
|              | F     | 1.77          | 1.63           | 0.77          |
|              | Mr    | 1.76          | 1.48           | 0.77          |
|              | A     | 1.66          | 1.63           | 0.67          |
|              | M     | 1.93          | 1.88           | 0.73          |
|              | Ju    | 2.14          | 2.38           | 0.74          |
|              | L     | 1.98          | 2.07           | 0.76          |
|              | U     | 1.92          | 1.95           | 0.76          |
|              | S     | 2.35          | 2.02           | 0.71          |

St. 1: Upper Region of I-dong, St. 2: Lower Region of I-dong, St. 3: Upper region of Namun-dong, St. 4: Lower Region of Namun-dong, St. 5: Upper Region of Macheon-dong, St. 6: Lower Region of Macheon-dong, O: October, N: November, D: December, J: January, F: February, Mr: March, A: April, M: May, Ju: June, L: July, U: August, S: September.

조사 시별로 확인된 군집 분석은 2007년 6월에 가장 종다양도 지수와 풍부도가 증가하였고, 군동 지수는 2006년 12월에 최고치를 보였다. 이런 결과는 6월에 산란의 시기이고, 활동한 세력 다툼으로 인해 어류들이 출현 개체수가 증가 하였으며, 12월에는 수온이 낮아져 어류의 출현이 감소한 것으로 사료된다.

#### 4. 결 론

본 연구는 진해만과 인접 연안의 6개 조사지역을 대상으로 2006년 10월부터 2007년 9월 까지 매월 조사를 실시하였다. 채집된 어류에서 우점종은 송어 *Mugil cephalus* (RA 31.0%, 2,406 individuals), 아우점종은 민물두줄망둑 *Tridentiger bifasciatus* (RA 17.6%, 1,368 individuals)와 흰발망둑 *Acanthogobius lactipes* (RA 15.9%, 1,237 individuals)로 확인되었다. 상대적 희소종은 참붕어 *Pseudorasbora parva*와 은줄멸 *Hypoatherina tsurugae*로 확인되었다. 일차담수어류로 확인된 어류는 참붕어 *Pseudorasbora parva*와 배스 *Micropterus salmoides*이었으며, 큰가시고기 *Gasterosteus aculeatus*와 은어 *Plecoglossus altivelis*는 회유성 어류로 확인되었다. 다양하고 많은 어류들이 출현한 시기는 하절기인 2007년 6월과 7월이며, 가장 적은 어류가 출현한 시기는 2007년 1월로 나타났다. 전체 조사지역에서 가장 다양한 종이 출현한 지역은 St. 3 지역인 남문동으로 18종이 확인되었다.

#### 참고문헌

1. 광석남(1991). 남해도 연안해역의 저어류군집. 석사학위논문. 부산수산대학교.
2. 광석남(1997). 광양만 대도주변 잘피밭의 생물상과 어류의 섭식생태. 박사학위논문. 부경대학교.
3. 김대지(1998). 고리 주변해역 어류 종조성의 계절 변동. 석사학위논문. 부경대학교.
4. 김익수(1997). 한국동식물도감 제 37권 동물편(담수어류). 교육부. 629pp.
5. 김종구, 신성교, 박청길(1995). 진해만 해역의 하계 부영양화 모델링. 대한환경공학회지. 17(2). pp.121~135.
6. 백상규, 윤성규(2000). 진해만 주변 해역의 대형저서동물 군집 구조. 한국수산학회지. 33(6). pp.565~569.
7. 신민철, 이태원(1990). 대천해빈 쇄파대 어류군집의 계절변화. 한국해양학회지. 25(3). pp.135~144.
8. 여환구, 박미옥(1997). 진해만 동부 해역내 식물플랑크톤 군집과 수질환경의 계절 변동. 한국환경과학회지. 6(3). pp.231~238.
9. 유봉석, 최윤(1993). 군산 연안 어류의 군집 변동. 한국어류학회지. 5(2). pp.194~207.
10. 윤창호(2002). 한국어류검색도감. 아카데미서적. 747pp.
11. 이태원(1989). 천수만 저서성 어류군집의 계절변화. 한국수산학회지. 22(1). pp.1~8.
12. 이태원(1990). 영일만 저어류 종조성의 계절 변동. 한국수산학회지. 32(4). pp.512~519.
13. 이태원(1991). 아산만 저어류. I. 적정채집방법. 한국수산학회지. 22(1). pp.1~8.
14. 이태원(1993). 아산만 저어류. III. 정점간 양적 변동과 종조성. 한국수산학회지. 26(5). pp.438~445.
15. 이태원, 문형태, 허성희(2000). 남해안 진해

- 용원 천해역 어류의 계절에 따른 종조성 변화. 한국수산학회지. 33(3). pp.243~249.
16. 이태원, 황선완(1995). 아산만 저어류. IV. 종조성의 최근 3년간(1990~1993) 변화. 한국수산학회지. 28(1). pp.67~79.
  17. 임양재, 이태원(1990). 淺水灣 망둑어과 (Family Gobiidae) 魚類의 季節에 따른 種 組城 變化와 優點種의 生態. 한국어류학회지. 2(2). pp.182~202.
  18. 조춘옥(2001). 고리 주변해역 어류의 종조성 변화. 석사학위논문. 부경대학교.
  19. 추현기(1997). 광양만 대도 주변 어류의 종조성 변화. 석사학위논문. 부경대학교.
  20. 추현기(2007). 동해 남서부 고리 주변해역 어류의 종조성과 섭식생태. 박사학위논문. 부경대학교.
  21. 허성희, 김남옥, 추현기(1998). 저인망에 채집된 광양만 대도 주변 어류의 종조성 및 계절 변동. 한국어업기술학회지. 34(4). pp.419~432.
  22. Margalef, R.(1998). Information theory in ecology. General Systematics. 3. pp.36~71.
  23. McNaughton, S.J.(1967). Relationship among functional properties of California Glassland, Nature. 216. pp.168~198.
  24. Nakabo, T., M. Aizawa, Y. Anomura, Akihito, Y. Ikeda, K. Sakamoto, K. Sshimada, H. Senou, K. Hatookka, M. Hayashi, K. Hosoya, U. Yamada and T. Yoshino(1967). Fishes of Japan with pictorial keys to the species. Tokai Univ. press. Tokyo. 1162pp.
  25. Nelson, J. S.(1967). Fishes of the world (3nd ed.). John Wiley and Sons. New York. 600pp.
  26. Pielou, E.C.(1969). An introduction to mathematical ecology. Wily Interscience.
  27. Sim, K.S. and C.R. Lee(1999). Fish fauna of the Saeman-geum area in the west coast of Chonbuk-do, Korea. Kor. J. Environ. Biol., 17. pp.293~303.

