

## 광양 백운산의 저서성 대형 무척추동물 분포

주현수·김진·박종천·정원석·송현철·이용탁·윤창호\*\*·이우범\*\*\*

서남대학교 의과대학, \*광양보건대학 치위생과

\*\*신경대학교 생명공학과, \*\*\*전남대학교 건설·환경공학부

## Macrobenthic Fauna on Mt. Baekun in Kwangyang

Hyun-Soo Joo · Jin Kim · Jong-Chun Park · Won-Suk 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 was conducted to examine the community structure of macrobenthos on Mt. Baekun in Kwangyang. The total of benthic animal during surveyed period was identified in all sites 59 species, 48 genera, 32 families 12 orders 5 class in 3 phylums; In phylum platyhelminthes 1 species, 1 genus, 1 family 1 order 1 class, in annelida, 2 species, 2 genera, 2 families 1 orders 1 class, and in arthropoda 56 species, 45 genera, 29 families 9 orders 2 class were recorded.

The range of biomass were varied from 36 to 706 individuals. The dominant species in each site were *Kamimuria coreana*, *Scopura jiri*, *Serratella setigera*, *Gammarus* sp, and *Baetis fuscatus*.

According to the analysis of biological indices of dominance index(DI) and diversity index(H'), water quality of majority was either oligosaprobic or  $\beta$ -mesosaprobic but some sites were  $\alpha$ -mesosaprobic~polysaprobic at all seasons.

Key words : Mt. Baekun, Aquatic Benthos, Water Quality

## 1. 서론

저서성 대형 무척추동물은 서식형태가 대부분 고착성이거나 행동반경이 좁기 때문에 환경의 변화에 민감하게 작용하여 시·공간적으로 군집의 구조가 변화하며, 이러한 특성으로 인하여 저서동물의 분포특성을 통해 저서생태계의 변동 및 환경을 평가하는 연구들이 많이 진행되고 있다<sup>1,2,3,4,5</sup>). 그러므로 저서성 대형 무척추동물은 서식장소의 선택에 있어 수환경으로 유입되는 물질의 영향을 직접적으로 받을 뿐만 아니라 이동성이 약하기 때문에 수역의 환경상태를 평가하는데 적합한 생물군으로서<sup>6,7,8</sup>), 수질오염의 정도에 따라 특정종류의 출현유무, 종수나 개체수의 분포 등 군집구조의 차이가 뚜렷하게 나타나는 특징이 있다<sup>9,10,11</sup>). 이와 같이 저서동물군집을 이용한 생물학적 수질평가는 1980년 중반 이후 많은 연구가 국내의 여러 하천이나 강을 대상으로 시행되어져 왔으며 평가방법에 있어서도 출현종에 대해 우점도지수(index of dominance)나 종다양도지수(index of diversity)를 이용하는 방법, 오염도지수(index of pollution)를 이용하는 방법, 기타 균등도지수(index of evenness) 또는 유사도지수(index of similarity)를 적용하는 방법 등으로 다양해 졌다<sup>12,13</sup>).

따라서 본 연구는 전라남도 광양시에 위치한 백운산 일대의 수계를 대상으로 총 8개의 조사지점을 선정하고 2006년 5월부터 2006년 9월까지 계절별로 3차례의 채집을 실시하여 각 조사지점에서 채집한 저서동물에 대해 출현종, 개체수의 분포, 계절별 및 지점별 현황 등을 조사, 분석하여 이 결과를 백운산 일대 수계의 수질관리를 위한 기초자료로서 활용하고자 하였다.

## 2. 연구 방법

### 2.1. 시료채취지점

조사지점은 전라남도 광양 백운산을 중심으로 총 4 곳을 선정하여 조사하였다. 각 조사지점에서 조사를 수행하는데 있어 하폭, 유량, 연중변화 등 수서곤충을 비롯한 대형 저서성 무척추동물의 서식이 안정적으로 유지될 수 있는 장소를 고려하였다(Fig. 1). 각 조사지점의 행정구역상 위치는 다음과 같다.

춘계조사: 2006년 5월 28일

조사지점 1: 전남 광양시 진상면 어치계곡 중류

조사지점 2: 전남 광양시 진상면 어치계곡 상류

조사지점 3: 전남 광양시 옥룡면 금천계곡 상류

하계조사: 2006년 8월 12일

조사지점 4: 전남 광양시 진상면 어치계곡 중류

조사지점 5: 전남 광양시 금천면 금천계곡 상류

추계조사: 2006년 9월 30일

조사지점 6: 전남 광양시 진상면 어치계곡 상류

조사지점 7: 전남 광양시 진상면 어치계곡 중류

조사지점 8: 전남 광양시 옥룡면 동곡계곡 중류

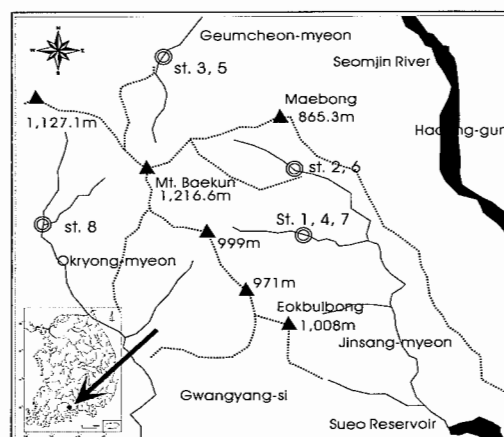


Fig. 1. Map showing Seomjin River and sampling area.

## 2.2. 연구수역의 개황

백운산이 위치한 광양시는 한반도 남단 중앙에 위치한 국가해양경영 전략상 요충지로서 북쪽으로는 구례군, 동쪽으로는 하동군, 서쪽으로는 순천시, 그리고 남쪽으로는 광양만을 사이에 두고 여수반도를 바라보고 있어 광양만, 진주권의 중심에 위치하고 있다. 이런 지정학적 이유로 광양은 영·호남 양 지역의 문화적 교류가 활발할 뿐 아니라, 국토 균형발전의 한 축으로서 기능을 수행하고 있다. 백운산에서 해발고도 1,000 m 이상의 산은 백운산(1,217 m), 도솔봉(1,127 m), 도솔봉 서남쪽의 산(1,123 m), 억불봉(1,008 m)이 있으며, 여기에서 수어천과 섬진강으로 유입하는 지류를 발원하고 성불계곡, 동곡계곡, 금천계곡 및 어치계곡 등 백운산의 4대 계곡을 형성한다. 백운산이 속한 광양시는 지리적으로 한반도의 동남단에 위치하며, 해안선을 끼고 있어 난류와 해양성기후의 영향으로 비교적 고온·습윤한 기후특성을 나타내고 있다. 또한 주변에 지리산, 백운산이 있고, 남부지방 중 연간 평균강우량 1,330.9 mm의 다우지역으로 농작물재배에 좋은 조건을 구비하고 있다. 연평균기온은 14.5℃, 최고기온 30.5℃, 최저기온 -2.6℃이며 겨울철의 주풍향은 북서풍(NW), 여름철(6월~8월)의 주풍향은 남동풍이다. 백운산에는 백운산 생태·경관보전지역(9.74km<sup>2</sup>)이 위치하고 있으며, 국가지정 천연기념물 제 235호 광양유당공원 이팝나무와 국가사적지 제407호인 광양 백계산 동백림이 있다. 백운산에 서식, 분포하는 특정 야생동물은 모두 81종으로 이를 구분하면 조류가 49종, 포유류가 15종, 양서류 9종, 파충류 9종이며, 희귀동물은 조류가 밀물가마우지, 쌍도새, 청호반새, 물총새, 후두리, 오색딱다구리 큰유리새, 전박이, 곤줄박이, 방울새, 참새, 찌르레기 등으로 16종, 포유류

가 너구리, 삵, 멧돼지 등 3종이 있다<sup>14,15)</sup>.

## 2.3. 채집 및 보존

저서동물의 채집은 Suber net(50 cm × 50 cm)를 이용하여 여울(riffle), 흐르는 물(run)에서 각각 1회씩 조사지점 당 2회의 정량채집을 실시하였다. 채집된 저서동물은 Kahl's 용액에 고정하여 2~3일 후 75% Ethanol에 옮겨 보존하였다. 각 지점별 채집된 표본은 해부현미경 하에서 동정한 후 개체 수를 산출하여 군집분석 자료로 이용하였다. 채집된 시료를 대상으로 나타난 저서성 대형 무척추동물 군집은 우점도 지수와 종다양도 지수를 분석하였다.

## 2.4. 분석방법

채집된 시료의 동정 및 분류의 경우 수서 곤충류를 제외한 저서성 무척추동물의 동정은 김훈수(1977)<sup>16)</sup>, 권오길 등(1993)<sup>17)</sup> 등을 참고하였고, 수서곤충의 동정은 윤일병(1995)<sup>18)</sup> 등을 참고하였다. 군집분석은 채집된 시료를 대상으로 나타난 저서성 대형 무척추동물 군집의 우점도 지수와 종다양도 지수를 분석하였으며, 우점종 및 우점도 지수의 경우 각 조사지점의 개체수와 현존량에서 제1, 제2 우점종을 선정하였고, 지수는 McNaughton's dominance index(DI)를 이용하여 산출하였다<sup>19)</sup>. 다양도 지수는 Margalef (1958)<sup>20)</sup>의 정보이론에 의하여 도출된 Shannon-Weaver function (H') (Pielou, 1969)<sup>21)</sup>을 이용하였다.

## 2.5. 생물학적 수질판정

수질판정은 군집분석에서 얻어진 우점도지수와 종다양도지수를 근거로 하여 Staub et al.,(1970)<sup>22)</sup>의 판정기준에 따라 각 지점별 수질을 판정하였다(Table 1).

Table 1. Determination criteria of water quality by biological indices

| Water quality | oligosaprobic | $\beta$ -mesosaprobic | $\alpha$ -mesosaprobic | polysaprobic |
|---------------|---------------|-----------------------|------------------------|--------------|
| Biotic index  |               |                       |                        |              |
| DI            | <0.3          | 0.3-0.5               | 0.5-0.7                | >0.7         |
| H'            | >3            | 2-3                   | 1-2                    | <1           |

DI : Dominance index, H': Diversity index

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 출현분류군

조사기간 동안 전체 조사지점에서 출현한 저서성 대형무척추동물은 3문 5강 12목 32과 48속 59종이었다. 이중 절지동물문에 속하는 수서곤충류가 7목 27과 43속 54종으로 전체 분류군의 91.5%로 다수를 차지하였다. 이외에 편형동물문이 1종, 환형동물문이 2강 2목 2과 2속 2종(3.4%), 절지동물문의 갑각강이 2목 2과 2속 2종(3.4%)이 각각 출현했다. 수서곤충류 중에서는 하루살이목이 6과 12속 16종(27.1%)으로 가장 다양한 종이 출현했고, 다음으로 강도래목 6과 9속 12종(20.3%), 날도래목이 7과 9속 11종

(18.6%), 파리목 3과 7속 9종(15.3%) 순이었다(Fig. 2). 수서곤충만의 출현을 보면 7목 27과 43속 54종이 본 조사결과 출현되어 광양천(10목, 41과 78속 154종), 보성강(8목 20과 37속 53종)과 동북천(8목 32과 65속 95종)에 대한 기존의 연구보고 자료<sup>23, 24)</sup>와 비교할 때, 본 연구지역의 출현종이 비슷하거나 상대적으로 적은 것을 알 수 있다.

계절별로는 봄철에 총 3문 5강 9목 24과 35속 39종이 출현하여 이중 하루살이목이 6과 11속 12종(30.8%)으로 가장 다양했고, 다음으로 강도래목 6과 8속 9종(23.1%), 날도래목 5과 6속 8종(20.5%), 파리목 2과 5속 5종(12.8%) 순이었다. 여름철에는 총 1문 2강 7목 14과 14속 14종이 출현하여, 이중 강도래목과 날도래목이 각각 4과 4속 4종(28.6%)씩으로 가장 다양했고, 다음으로 파리목과 갑각강이 각각 2종(14.3%) 순이었다. 가을철에는 총 1문 2강 7목 24과 32속 33종이 출현하여 이중 하루살이목이 6과 9속 10종(30.3%)으로 가장 다양했고, 다음으로 강도래목 6과 9속 9종(27.3%), 날도래목 5과 6속 6종(18.2%), 딱정벌레목과 파리목이 각각 3종(9.1%) 순이었다(Table 3).

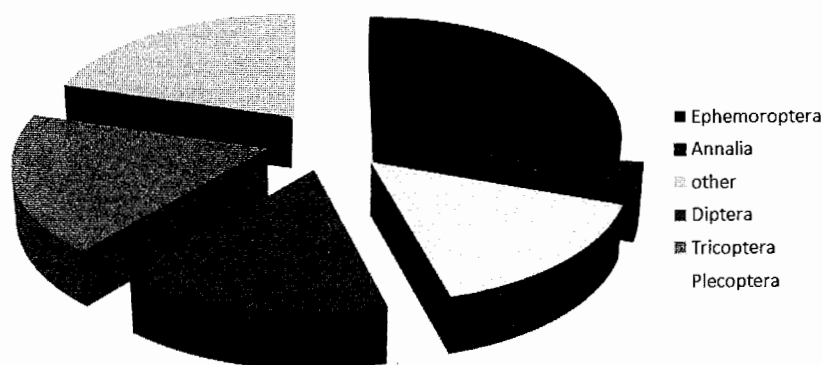


Fig. 2. The percentage of individual number by each Phylum in collected aquatic benthos.

Table 2. The list of aquatic macro invertebrates in surveyed area(May, 2006)

| Species / Site                             | 1  | 2  | 3   | Total |
|--------------------------------------------|----|----|-----|-------|
| <i>Phagocata vivida</i> 산골플라나리아            |    | 1  |     | 1     |
| <i>Chaetogaster limnaei</i> 물지렁이           |    |    | 1   | 1     |
| <i>Hirudo nipponica</i> 참거머리               |    |    | 2   | 2     |
| <i>Gammarus</i> sp.                        | 2  | 3  | 2   | 7     |
| <i>Ameletus costalis</i> 피라미하루살이           |    | 3  |     | 3     |
| <i>Alainites muticus</i> 길쭉하루살이            | 1  |    | 1   | 2     |
| <i>Baetis pseudothermicus</i> 나도꼬마하루살이     |    |    | 1   | 1     |
| <i>Cinygmula grandifolia</i> 봄치녀하루살이       | 2  |    |     | 2     |
| <i>Epeorus curvatulus</i> 큰부채하루살이          |    |    | 4   | 4     |
| <i>Ecdyonurus dracon</i> 참납작하루살이           |    |    | 1   | 1     |
| <i>E. kibunensis</i> 두점하루살이                |    | 1  | 6   | 7     |
| <i>Paraleptophlebia chocolata</i> 두갈래하루살이  | 3  | 4  | 3   | 10    |
| <i>Ephemera separigata</i> 가는무늬하루살이        | 1  | 1  | 6   | 8     |
| <i>Drunella cryptomeria</i> 알통하루살이         | 3  |    | 1   | 4     |
| <i>Ephemerella kozhovi</i> 흰등하루살이          | 4  |    |     | 4     |
| <i>Serratella setigera</i> 범꼬리하루살이         |    |    | 46  | 46    |
| <i>Burmagomphus</i> KUa 자루촉범잠자리 KUa        |    |    | 1   | 1     |
| <i>Scopura jiri</i>                        |    | 21 |     | 21    |
| <i>Amphinemura steinmanni</i> 얼룩민강도래       | 1  |    |     | 1     |
| <i>A. verrucosa</i> 둥근꼬리민강도래               |    |    | 5   | 5     |
| <i>Nemoura</i> KUa 민강도래 KUa                | 1  | 5  |     | 6     |
| <i>Yoraperla han</i> 뭉통강도래                 |    |    | 3   | 3     |
| <i>Perlodes stigmata</i> 점등무늬강도래           |    |    | 1   | 1     |
| <i>Kamimuria coreana</i> 한국강도래             | 4  | 1  | 6   | 11    |
| <i>Kiotina decorata</i> 무늬강도래              |    | 1  | 1   | 2     |
| <i>Sweltsa nikkoensis</i> 녹색강도래            |    |    | 1   | 1     |
| <i>Dicranomyia</i> KUa 무늬에기각다귀 KUa         |    |    | 1   | 1     |
| <i>Dicranota</i> KUa 에기각다귀 KUa             |    |    | 2   | 2     |
| <i>Pedicia</i> KUa 장수각다귀 KUa               | 1  | 1  | 2   | 4     |
| <i>Tipula</i> KUd 각다귀 KUd                  |    | 3  |     | 3     |
| <i>Ceratopogonidae</i> sp 등에모기류            | 1  |    |     | 1     |
| <i>Diplectrona</i> KUa 산골줄날도래 KUa          | 1  |    |     | 1     |
| <i>Apsilochorema</i> KUa 긴발톱물날도래 KUa       |    |    | 3   | 3     |
| <i>Rhyacophila articulata</i> 주름물날도래       | 1  |    | 1   | 2     |
| <i>R. clemens</i> 클레멘스물날도래                 | 2  |    |     | 2     |
| <i>R. impar</i> 거친물날도래                     |    |    | 1   | 1     |
| <i>Micrasema</i> KUa 둥근얼굴날도래 KUa           |    |    | 1   | 1     |
| <i>Hydatophylax nigrovittatus</i> 띠무늬우묵날도래 |    |    | 4   | 4     |
| <i>Psilotreta kisoensis</i> 바수염날도래         | 1  |    |     | 1     |
| Total                                      | 29 | 45 | 107 | 181   |

Table 3. The list of aquatic macro invertebrates in surveyed area(August, 2006)

| Species / Site                             | 4  | 5  | Total |
|--------------------------------------------|----|----|-------|
| <i>Asellus hilgendorffii</i> 물벌레           |    | 1  | 1     |
| <i>Gammarus</i> sp.                        |    | 9  | 9     |
| <i>Alainites muticus</i> 길쭉하루살이            |    | 1  | 1     |
| <i>Protonemura</i> KUa 삼새민강도래 KUa          | 1  |    | 1     |
| <i>Yoraperla han</i> 몽통강도래                 | 5  |    | 5     |
| <i>Perlodes stigmata</i> 점등무늬강도래           | 2  |    | 2     |
| <i>Kamimuria coreana</i> 한국강도래             | 9  | 1  | 10    |
| <i>Gerris</i> sp.                          | 1  |    | 1     |
| <i>Tipula</i> KUf 각다귀 KUf                  |    | 3  | 3     |
| <i>Chironomus</i> sp.                      |    | 1  | 1     |
| <i>Diplectrona</i> KUa 산골줄날도래 KUa          | 1  |    | 1     |
| <i>Rhyacophila articulata</i> 주름물날도래       | 1  |    | 1     |
| <i>Hydatophylax nigrovittatus</i> 따무늬우묵날도래 | 1  |    | 1     |
| <i>Psilotreta kisoensis</i> 바수염날도래         |    | 2  | 2     |
| Total                                      | 21 | 18 | 39    |

Table 4. The list of aquatic macro invertebrates in surveyed area(September, 2006)

| Species / Site                            | 6  | 7  | 8   | Total |
|-------------------------------------------|----|----|-----|-------|
| <i>Gammarus</i> sp.                       | 4  | 3  | 521 | 528   |
| <i>Ameletus costalis</i> 피라미하루살이          | 2  |    |     | 2     |
| <i>Alainites muticus</i> 길쭉하루살이           | 1  |    | 7   | 8     |
| <i>Baetis fuscatus</i> 개똥하루살이             | 22 | 10 | 2   | 34    |
| <i>Nigrobaetis bacillus</i> 감장하루살이        |    | 1  |     | 1     |
| <i>Epeorus curvatulus</i> 큰부채하루살이         | 10 | 3  | 8   | 21    |
| <i>E. pellucidus</i> 부채하루살이               | 5  | 1  | 2   | 8     |
| <i>Paraleptophlebia chocolata</i> 두갈래하루살이 |    |    | 1   | 1     |
| <i>Ephemera separigata</i> 가는무늬하루살이       |    | 2  |     | 2     |
| <i>Drunella lepnevae</i> 쌍혹하루살이           | 1  |    |     | 1     |
| <i>Ephemerella kozhovi</i> 흰등하루살이         |    |    | 3   | 3     |
| <i>Anisogomphus maacki</i> 마아키측범잡자리       |    | 1  |     | 1     |
| <i>Scopura jiri</i>                       |    | 1  |     | 1     |
| <i>Amphinemura coreana</i> 총채민강도래         | 1  | 7  | 3   | 11    |
| <i>Nemoura tau</i> 토우민강도래                 | 1  |    |     | 1     |
| <i>Protonemura</i> KUa 삼새민강도래 KUa         | 1  | 2  |     | 3     |
| <i>Yoraperla han</i> 몽통강도래                | 1  | 2  |     | 3     |
| <i>Perlodes stigmata</i> 점등무늬강도래          | 5  | 4  | 3   | 12    |
| <i>Kamimuria coreana</i> 한국강도래            | 7  | 20 | 3   | 30    |
| <i>Kiotina decorata</i> 무늬강도래             |    | 1  |     | 1     |
| <i>Sweltsa nikkoensis</i> 녹색강도래           | 1  | 5  | 1   | 7     |
| <i>Eretes sticticus</i> 잿빛물방개             |    | 1  |     | 1     |
| <i>Helodes</i> KUa 알꽃벼룩 KUa               |    |    | 1   | 1     |
| <i>Stenelmis</i> sp.                      |    |    | 1   | 1     |
| <i>Hexatoma</i> KUa 검정날개각다귀 KUa           | 2  |    | 1   | 3     |
| <i>Tipula</i> KUa 각다귀 KUa                 |    |    | 1   | 1     |
| <i>Chironomus</i> sp.                     | 2  | 1  |     | 3     |
| <i>Wormaldia</i> KUa 입술날도래 KUa            | 1  |    |     | 1     |
| <i>Diplectrona</i> KUa 산골줄날도래 KUa         |    | 4  | 3   | 7     |
| <i>Hydropsyche orientalis</i> 동양줄날도래      | 2  |    |     | 2     |
| <i>Rhyacophila articulata</i> 주름물날도래      |    |    | 1   | 1     |
| <i>Goerodes</i> KUa 네모집날도래 KUa            | 1  |    |     | 1     |
| <i>Psilotreta kisoensis</i> 바수염날도래        |    | 4  | 1   | 5     |
| Total                                     | 70 | 73 | 563 | 706   |

### 3.2. 현존량

조사기간 동안 채집된 전체 개체수 현존량은 총 926개체로, 이중 절지동물문의 갑각강이 545개체로 전체의 58.9%로 가장 높은 비율을 차지하였다. 그 외에 하루살이목 18.8%, 강도래목 14.9%, 날도래목 4.0%, 파리목 2.4% 순이었다.

계절별로는 봄철에 총 181개체가 출현하여, 이중 92개체인 하루살이목이 50.8%로 가장 많은 비율을 나타냈고, 다음으로 강도래목 28.2%, 날도래목 8.3%, 파리목 6.1% 순이었다. 여름철에는 총 39개체가 출현하였고 이중 18개체인 강도래목이 46.2%로 가장 높은 비율을 나타내었고, 이외에 갑각강 25.6%, 날도래목 12.8%, 파리목 10.3% 순이었다. 가을철에는 총 706개체가 출현하였고, 이중 528개체인 갑각강의 옆새우류가 74.8%로 매우 높은 비율을 나타냈고, 다음으로 하루살이목 11.5%, 강도래목 9.8%, 날도래목 2.4% 순이었다(Table 4).

### 3.3. 우점종, 우점도 지수 및 종다양도 지수

우점종은 전체적으로 강도래목에 속하는 종이 차지하였다. 강도래목에 속하는 종들은 수질이 매우 양호한 지역에서만 출현하는 종들로 수질을 평가하는 종들로 이용되고 있다. 이중 특히 *Scopura jiri*와 *Yoraperla han*은 지리산지역에서만 주로 출현하는 매우 희귀한 종들로 이번 조사에서 많은 개체수가 출현한 것은 매우 주목해야 할 사항으로 판단된다. 이외에 하루살이목에 속하는 일부종과 어치계곡 지류인 지점 5와 어치계곡 하류인 지점 8에서 옆새우가 제1 우점종으로 나타났다.

우점도는 봄철의 경우 지점 1이 0.28로 매우 낮은 우점도를 나타내었고, 지점 2와 3은 0.58과 0.49로 중간 정도의 우점도를 나타내었다. 여름철에는 지점4와 5가 각각 0.67로 비교적 높은 우점율을 나타내었다. 가을철에는 지점 8이 0.94로 매우 높은 우점도를 나타내었고, 지점 6과 7이 각각 0.46과 0.41로 중간 정도의 우점도를 나타내었다.

Shannon-Wiener function(H')에 의해 평가된 종 다양도 지수는 봄철에는 지점 1과 3이 각각 3.77과 3.47로 높게 나타났고, 지점 2는 2.73의 다양성을 나타내었다. 여름철에는 지점 4와 5 공히 2.39와 2.21로 낮은 다양도를 나타내었다. 가을철에는 지점 8이 0.66으로 매우 낮은 다양도를 나타내었고, 지점 6과 7은 각각 3.41과 3.58로 높게 나타났다. 가을철의 경우에는 봄철과 양상이 상당히 다른데, 거의 대부분의 조사지점에서 하루살이목과 날도래목에 속한 종들이 우점종으로 나타났고, 우점도 지수도 지점 5와 3만이 0.45와 0.46으로 약간 낮게 나타났고 타 지점들은 0.50이 넘는 우점도 지수를 나타내었다. 특히 지점 7은 0.98로 매우 높았다. 다양도지수는 우점도지수와는 반대의 양상을 나타내는 것이 일반적인데 봄철에는 지점 6만이 2.40으로 약간 낮았고, 다른 지역은 2.7 이상으로 나타났다. 특히 지점 2, 3, 4, 7, 8은 3.20 이상으로 높은 다양성을 나타내었다. 가을철에는 지점 2, 6, 7이 2.0 미만의 낮은 다양성을 나타내었고, 지점 3과 5만이 3.0이상의 높은 다양성을 나타내었다(Table 5).

Table 5. The dominant species, the dominant index, diversity index, and water quality

| Season         | Site | 1st Dominant species<br>2nd Dominant species           | Dominant index (DI) | Diversity index (H') | Water quality         |
|----------------|------|--------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| May 2006       | 1    | <i>Kamimuria coreana</i><br><i>Ephemerella kozhovi</i> | 0.28                | 3.77                 | OS                    |
|                | 2    | <i>Scopura jiri</i><br><i>Nemoura</i> KUa              | 0.58                | 2.69                 | $\beta$ M             |
|                | 3    | <i>Serratella setigera</i><br><i>Kamimuria coreana</i> | 0.49                | 3.47                 | OS~ $\beta$ M         |
| August 2006    | 4    | <i>Kamimuria coreana</i><br><i>Yoraperla han</i>       | 0.67                | 2.39                 | $\beta$ M~ $\alpha$ M |
|                | 5    | <i>Gammarus</i> sp.<br><i>Tipula</i> KUf               | 0.67                | 2.21                 | $\beta$ M~ $\alpha$ M |
| September 2006 | 6    | <i>Baetis fuscatus</i><br><i>Epeorus curvatulus</i>    | 0.46                | 3.41                 | OS~ $\beta$ M         |
|                | 7    | <i>Kamimuria coreana</i><br><i>Baetis fuscatus</i>     | 0.41                | 3.58                 | OS~ $\beta$ M         |
|                | 8    | <i>Gammarus</i> sp.<br><i>Epeorus curvatulus</i>       | 0.94                | 0.66                 | PS                    |

OS : Oligosaprobic,  $\beta$ M :  $\beta$ -mesosaprobic,  $\alpha$ M :  $\alpha$ -mesosaprobic, PS : Polysaprobic

조명관(1986)<sup>23)</sup>는 본 연구수역의 하류에 해당되는 광양천 일대에 대한 저서동물군집을 조사한 결과에서 우점종을 *Epeorus clatifolium*으로, 우점도지수를 상류 0.244~0.319, 하류 0.453~0.839로, 종다양도지수를 4.160으로, 상류 2.925~4.219, 중하류 1.023~3.123으로 보고하였다. 본 연구에서 나타난 우점종은 전체적으로 강도래목에 속하는 종이 차지하였으며, 우점도지수는 0.28~0.94, 종다양도지수는 0.66~3.58로 나타나 상류지역의 결과와 비교할 경우 우점도는 본 연구에서 다소 높게 나타났고 종다양도지수는 약간 낮은 것으로 비교되었다. 또한 주현수 등(2002)<sup>24)</sup>이 제시한 섬진강을 대상으로 한 연구결과에서 우점도지수는 0.29~0.61의 범위로, 종다양도지수는 2.40~3.56의 범위로 각각 보고하였으며, 이를

본 연구결과와 비교할 때 우점도 지수의 경우 유사하거나 약간 높은 것으로, 종다양도 지수의 경우 전체적으로 낮게 비교되었다. 이러한 결과는 비교자료의 경우 하천을 대상으로 한 연구결과인 반면에 본 연구의 경우 백운산의 상류인 계류성 하천을 중심으로 하였기 때문에 조사지점의 서식적 특성의 차이에 기인된 결과로 생각되며, 백운산 상류수계의 생태계가 매우 잘 보전되어지고 있음을 시사하는 결과로 판단된다. 덧붙여 본 연구에서 나타난 우점종은 전체적으로 강도래목에 속하는 종이 차지하였으며, 강도래목에 속하는 종들은 수질이 매우 양호한 지역에서만 출현하는 종들로 수질을 평가하는 종들로 이용되고 있다. 이러한 결과는 본 연구수역이 백운산 최상류의 계곡에서 조사된 점과 일치하며, 이중 특히 *Scopura jiri*와 *Yoraperla han*은 지리산지



역에서만 주로 출현하는 매우 희귀한 종들로 이번 조사에서 많은 개체수가 출현한 것은 매우 주목해야할 사항으로 판단된다.

### 3.4. 생물학적 수질판정

Kolkwitz-Marsson(1908, 1909)은 유기오탁의 정도에 관련하여 많은 동물과 식물을 분류하여 생물을 빈부수성,  $\beta$  중부수성,  $\alpha$  중부수성 및 강부수성에서 서식하는 4단계로 나누었다<sup>10, 22</sup>. 이와 같이 4단계의 서식환경을 기준으로 출현된 생물의 많고 적음의 출현빈도에 따라 생물학적으로 수질을 평가하는 것이 일명 Pollution index라고 하며, 또 하나의 방법으로서 환경이 깨끗한 곳에서는 다양한 생물이 서식할 수 있고, 이들은 서로의 경쟁과 조절에 의해 적절한 생물량을 유지하게 되는 반면, 오염된 환경에서는 그 환경에 적응할 수 있는 생물 종(내성종)을 제외한 모든 생물이 절멸하거나 그 서식범위를 떠나 사라지게 되므로 소수의 내성종만이 개체수 증가가 크게 늘어나게 된다. 이를 이용한 방법이 군집분석에 의한 환경질의 평가로서 우점도 지수(Dominant index)나 종다양도지수(Diversity index)를 이용하는 방법이 있다<sup>22</sup>.

각 조사시기별 계절별로 전체조사지점에서 얻어진 우점도지수, 종다양도지수를 기준으로 하여 생물학적 수질을 판정하였다. 먼저 우점도 지수를 기준으로 판정하였을 경우에는 2006년 5월의 지점 1은 가장 수질 상태가 양호한 빈부수성 수역으로, 지점 2와 3은  $\alpha$ -중부수성과  $\beta$ -중부수성 수역으로, 2006년 8월의 지점 4와 5는  $\alpha$ -중부수성 수역으로, 2006년 9월의 지점 6과 7은  $\beta$ -중부수성, 지점 8은 강부수성 수역으로 판정되었다. 또한 종다양도 지수를 기준으로 판정한 결과에서는 2006년 5월의 경우 지점 2에

서  $\beta$ -중부수성을 보였고 나머지 지점 1과 3은 빈부수성 수역을 나타내었으며, 2006년 8월에는 전체 조사지점이  $\beta$ -중부수성으로, 마지막 조사인 2006년 9월에는 지점 6과 7은 빈부수성으로 지점 8은 강부수성에 해당되는 것으로 판정되었다(Table 5). 따라서 조사시기별, 조사지점별로 다소 차이는 있으나, 전체적인 수질상태를 볼 때, 어치계곡 및 금천계곡은 생물학적 수질판정결과가 우점도지수를 기준으로 할 경우나 종다양성지수를 할 때에도 모두 빈부수성 또는  $\beta$ -중부수성을 나타내고 있는 것으로 판단되나 조사시기에 따라 수질의 악화 또는 서식처의 안정성이 크게 낮아질 수 있는 것으로 생각된다. 그러나 이와 같은 수질판정 결과는 Ra *et al.* (1986)<sup>25</sup>, Wui *et al.* (1991)<sup>26</sup>, Yoon *et al.* (1992 a, b)<sup>12, 13</sup> 등에 의해서 이미 지적된 바와 같이 단순한 우점율과 종다양도 지수 등을 기준으로 판정한 것이므로 수역이 가지는 고유한 생물서식특성, 이른바 유량이나 유속의 변화, 저서기질의 종류, 저서생물 이외의 수서생물 군집의 간섭 등 저서동물군집에 영향을 미칠 수 있는 요인들이 배제되었기 때문에 보다 실질적인 생물학적 수질판정을 위해서는 물리화학적 및 생물학적 요인들이 포괄적으로 적용되어야 할 것으로 생각된다.

## 4. 결론

광양 백운산의 수계를 연구대상 수역으로 하여 저서동물군집을 조사하고 이를 이용한 생물학적 수질판정을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 조사기간 동안 전체 조사지점에서 출현한 저서동물 분류군은 총 3문 5강 12목 32과 48속 59종이었으며, 이 중 편형동물문이 1강 1목 1

과 1속 1종이었고 환형동물문이 2강 2목 2과 2속 2종, 절지동물문의 수서곤충류가 7목 27과 43속 54종이었다.

우점도지수(DI), 종다양도지수(H')를 이용한 수질판정 결과에서는 대부분의 지점이 빈부수성에서  $\beta$ -중부수성 범위의 수질등급을 나타내었으나, 일부의 조사결과에서는 강부수성의 수질을 나타내었다.

따라서 광양 백운산이 환경부에서 지정한 생태·경관보전지역이자 수어천과 섬진강을 이루는 최상류수역임을 고려할 때 깨끗한 수질을 보전하고 수계에 서식하는 다양한 생물상을 유지하기 위해서는 보다 관리가 필요하며 이 분야의 많은 관심과 연구의 참여가 이루어져야 할 것이다.

## 사 사

본 연구과제는 환경부지정 전남지역환경기술개발센터의 2006년도 연구비 지원에 의해 수행한 연구과제입니다.

## 참 고 문 헌

1. 임현식, 홍재상. "해양저서동물 군집을 이용한 진해만의 환경평가". 한국수산학회지. 27, pp. 659~672 (1994).
2. 임현식, 홍재상. 진해만 저서동물의 군집생태 3. 군집구조. 한국수산학회지. 30, pp. 175~187 (1997).
3. Brower, J.E. and J.H. Zar, "Field and laboratory for general ecology", Wm. C. Brown Co. (1977).
4. Kim, J.S., S.A. Ham and C.H. Ra, "Water quality evaluation by the aquatic insects in Tamjin river system", *Korean J. Environ. Biol.*, 13(2), pp. 225~231 (1995).
5. Pearson TH, R Rosenberg. Macro-benthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 16, pp. 229~311. (1978).
6. Hawkes, H.A., "Invertebrates as indicators of river water quality, biological indicators of water quality", *John and Sons.* 2, pp. 2~45 (1979).
7. Wilhm, J.L. and T.C. Dorris, *Biological parameters for water quality criteria.* Bioscience, 18, pp. 447~481 (1968).
8. Wilhm, J.L., Graphic and mathematical analysis of biotic communities in polluted stream. *Ann. Rev. Ent.*, 17, pp. 223~252 (1972).
9. Hynes, H.B.N., "The ecology of running water", *Liverpool Univ. Press Publ.*, 55(1), pp. 61~182 (1970).
10. Tsuda, M., 生物による水質調査法, 山海堂, 東京 (1974).
11. Yoon, I.B. and J.U. Byun, A comparative study on the biological and physicochemical analysis water pollution in the main course of Han river. *Bull. KACN Ser.*, 4, pp. 297~312 (1982).
12. Yoon, I.B., D.S. Kong and J.K. Ryu, Studies on the biological evaluation of water quality by benthic macroinvertebrates (I). *Korean J. Environ. Biol.*, 10, pp. 24~39 (1992 a).
13. Yoon, I.B., D.S. Kong and J.K. Ryu, Studies

- on the biological evaluation of water quality by benthic macroinvertebrates (II). *Korean J. Environ. Biol.*, 10, pp. 40~55 (1992 b).
14. 전라남도. 백운산 생태·경관보전지역 관리 기본계획. 전라남도. (2005).
15. 전남지역환경기술개발센터. 광양 백운산 생태계보전지역 자연환경조사. (2006).
16. 김훈수, 한국동식물도감 제19권 동물편(새우류). 문교부 (1977).
17. 권오길, 박갑만, 이준상, 원색 한국패류도감. 아카데미서적. 445 pp. (1993).
18. 윤일병, 수서곤충검색도설. 정행사. 262 pp. (1995).
19. McNaughton, S.J., "Relationship among functional properties of California Glassland", *Nature*, 216, pp. 168~198 (1967).
20. Margalef, R., "Information theory in ecology", *General Systematics*, 3, pp. 36~71 (1958).
21. Pielou, E.C., An introduction to mathematical ecology. *Wily Interscience* (1969).
22. Staub, R., J. W. Appling, A. M. Hotsttter, and I. J. Hass, "The effectes of individual wastes of Memphis and Shelby Country on primary plankton producers." *Bioscience*, 20, pp. 952~962 (1970).
23. 조영관, "광양천에 서식하는 수서곤충에 대한 생태학적 연구". 전남대학교 석사학위논문, 50pp. (1986).
24. 주현수, 김진, 박종천, 김승훈, 이상대, 송현철, 이용탁, 이우범, "저서동물을 이용한 섬진강 수계의 생물학적 수질평가", 전남대학교 연안환경연구지. 7, pp. 63~78. (2007)
25. Ra, C.H., C.G. Choi and S.K. Baik, Studies on the tolerance and sensitivity of Korean aquatic insects to the environmental pollutants. *Korean J. Lim.*, 19, pp. 109~125 (1986).
26. Wui, I.S., C.H. Ra, S.K. Baik and J.B. Lee, Studies on the bioindicator of aquatic insects to the environmental pollution. *Korean J. Environ. Biol.*, 9, pp. 42~54 (1991).
27. Pentle R. and H. Buck, "Die biologishe uberwachung der ergebnisse", *Gas. and Wasserfach*, 96, pp. 591~604 (1955).
28. Tsuda, M., 汚水生物學. 北降館, 東京 (1964).

