

## 간척지 습지 조성을 통한 생물다양성 회복 방안 제안

### Proposal of biodiversity recovery plan through the creation of reclaimed wetland

Jeong-Sik Lee<sup>1</sup>, Seon-Jin Seo<sup>2</sup>, Seunghee Lee<sup>3</sup>, and Ha-Cheol Sung<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Hwasun Jeil Middle School, Hwasun, 58138, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Biological Sciences, Chonnam National University, Gwangju, 61186, Korea

<sup>3</sup>National Park Migratory Birds Center, Shinan, 58863, Korea

#### Abstract

The purpose of this study was to investigate the ecological impact of wetlands by changing the species diversity of benthic macroinvertebrates and birds following the creation of an artificial wetland with a size of 30 m\*30 m on bare land in reclaimed land in Haenam-gun, Korea. We investigated monthly fauna of benthic macroinvertebrates and birds in and outside wetlands and physicochemical indicators for 7 months from March to September 2014. During the study period, the water temperature and dissolved oxygen levels were consistently higher in wetlands than lakes. Many species of benthic macroinvertebrates were observed in summer (16 species in July) due to seasonal effects, and the species diversity index was highest in July and then gradually decreased. Thirteen species of birds were observed in March, 6 species in April, 5 species in July, and 1 species in June, where most winter birds and migratory birds were observed around wetlands in spring. The species diversity index also decreased after being high in July except for spring. This suggests that the abiotic environment in the wetland can be improved by creating an artificial wetland in the reclaimed land, and the increase in benthic macroinvertebrates can ultimately be a basic direction to restore the wetland ecosystem in the reclaimed land.

**Keyword:** artificial wetlands, macroinvertebrates, bird species, species diversity index, reclaimed land

---

(Received August 26, 2022; Revised October 4, 2022; Accepted October 4, 2022)

#### I. 서론

한반도의 서남해안은 넓은 갯벌을 가지고 있으나 식량난 극복을 위한 농경지 확보를 목적으로 1960년대 이후 갯벌을 대상으로 대규모 간척이 진행되었다. 결과적으로 갯벌의 면적은 꾸준히 감소한 것

으로 보고되었다. 2005년 갯벌 면적은 1980년대 후반부터 1990년대 후반까지 우리나라 연안의 갯벌이 간척사업으로 실제 30~40% 가량 감소하였고<sup>[1]</sup>, 2013년에는 1987년 대비 22%가 감소한 것으로 추정하였다<sup>[2]</sup>. 그러나, 2000년대 이후 쌀 생산 위주의 식량 안보로 접근했던 간척사업이 쌀 소비가 줄어들면서 대규모 농경지 확보의 필요성이 줄어들고,

---

\* Corresponding author: shcol2002@jnu.ac.kr

갯벌의 생태적·경제적 가치에 대한 정확한 평가와 이에 따른 인식의 변화가 있었다<sup>[3-5]</sup>. 이는 갯벌의 손실로 많은 이해 당사자 간에 대립이 있으며, 방치되고 활용도가 낮아 경제적 손실을 초래하며, 간척 사업으로 조성된 일부 담수호에는 수질오염 등의 환경문제가 발생하여 다시 갯벌로 복원하려는 시도가 세계적으로 진행되고 있으며, 그에 따라 간척지 활용에 대한 여러 대안이 제시되고 논의되고 있다<sup>[6-9]</sup>.

전남 해남군 산이면 일대 간척지는 1996년 금호 방조제가 준공되면서 간척이 이루어졌으며, 간척지는 물이 있는 호수부와 육지부의 논으로 이뤄진다. 육지부는 대부분 논으로 사용되고 있으며 일부 지역은 나대지로 남아 있다. 간척지 토양은 많은 염류를 함유하고 있으므로 제방 축조 후 바로 벼를 생산할 수 없고 오랜 기간의 제염작업을 거친 후에 농경지로 활용될 수 있다. 현재까지 진행된 간척사업 추진 결과 방조제 및 매립을 위한 토목 기술과 제염기술과 관련하여 많은 노하우 등 기술 축적이 있었으나 간척지 내 생물다양성에 대한 이해는 아주 부족하며, 생태계의 종 다양성 향상과 관련된 연구는 아주 빈약한 실정이다. 특히 논은 벼농사를 위해 집약적 농업을 실시하기 위하여 많은 비료와 농약을 사용하여 땅에 남아있는 성분이 비가 올 때 저류지로 흘러들어 호수를 오염시킬 수 있으며, 오염물의 퇴적 등으로 궁극적으로 습지의 기능을 약화 혹은 악화시킬 수 있다<sup>[10]</sup>.

현재까지 간척지를 대상으로 한 생태계 복원의 논의는 있었으나 생태계의 주체가 되는 생물군의 변화를 확인하기는 어려웠다. 습지는 생산성을 높이고, 더불어 종다양성을 증가시키는 역할을 수행할 수 있으므로 본 연구는 간척지의 나대지의 일부 지역에 습지를 조성하여 습지 생태계의 기능 회복과 더불어 생물상이 어떻게 변화하는지 알아보고자 하였다. 이를 위하여 본 연구에서 저서성대형무척추 동물상 조사를 통하여 수중생태계의 변화상을 파악하였다. 대형무척추동물은 종류에 따라 먹이 습성이 다양하며 먹이사슬에서 1, 2차 소비자로서 중요한 위치를 차지하고 있으며, 수중생태계를 바탕으로 긴 생활사를 가지며 논이나 하천 등에서도 쉽게 발견되고 채집이 용이하기 때문에 이들을 통해 환경의

생태적 평가가 가능하다<sup>[11]</sup>. 더 나아가 저서성대형 무척추 동물의 개체수 증가가 조류 개체수의 증가로 연결될 수 있기에<sup>[12]</sup> 본 조사에서는 인공적으로 조성한 습지에서의 생물다양성의 변화를 저서성대형무척추동물과 이들의 먹이원인 조류의 개체수와 종수 변화로 파악하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 조사지역 개황 및 조사시기

연구 지역은 전남 해남군 산이면 금호호 지역의 간척지(34°37'56.7"N 126°24'31.5"E)로 간척에 의해 66,000m<sup>2</sup>의 섬이 만들어졌고, 논을 만드는 개답공사가 이뤄지지 않아 나대지로 남겨진 곳이다(그림 1). 습지 조성 장소는 접근이 쉽고, 웅덩이 조성 후 이용이 예측되는 물새류가 인간의 간섭없이 이용할 수 있는 섬을 대상으로 선정하였으며, 선정된 지점은 주변 수량이 풍부하고 물 관리가 용이하다. 중장비를 이용하여 가로, 세로 각 30m 길이, 폭 40cm, 깊이 40cm~60cm의 웅덩이를 조성 한 후 양수기로 물을 대고 지속적으로 수위를 관리하여 습지 기능을 유지하였다(그림 2).

습지 조성 이후, 수서곤충이 발생하는 시기인 2014년 3월부터 9월까지 약 7개월 동안 매일 1회 조성된 습지에서 총 7회 현장 조사를 실시하였다. 이화학적인 측정은 7, 8, 9월 3개월 동안 진행하였으며, 호수 내부 1개 지점과 습지 내부 총 6-10개 지점을 무작위로 선정하여 일정한 간격을 두고 측정하여 평균값을 도출하였다.

### 2. 이화학적 지표 측정, 채집 및 동정

저서성수서무척추 동물 조사 시작 전 10분동안 쌍안경을 이용하여 습지와 주변 20m 내외에서 관찰되는 조류를 동정하고 개체수를 조사하였다. 조류 조사가 끝나면 바로 이화학적 지표인 용존산소량(DO, Dissolved Oxygen), 수온, 전도도, 염도를 측정하였다. 저서성수서무척추 동물은 쿼드라트(quadrat) 방법과 라인센서스(line-census) 방법을 이용하여 채집하였다(강현경, 정근, 2009). 쿼드라트 방법은



Figure 1. Study site with an artificial wetland (arrow) on uninhabited island of Kumho Lake in Haenam-gun, Korea.

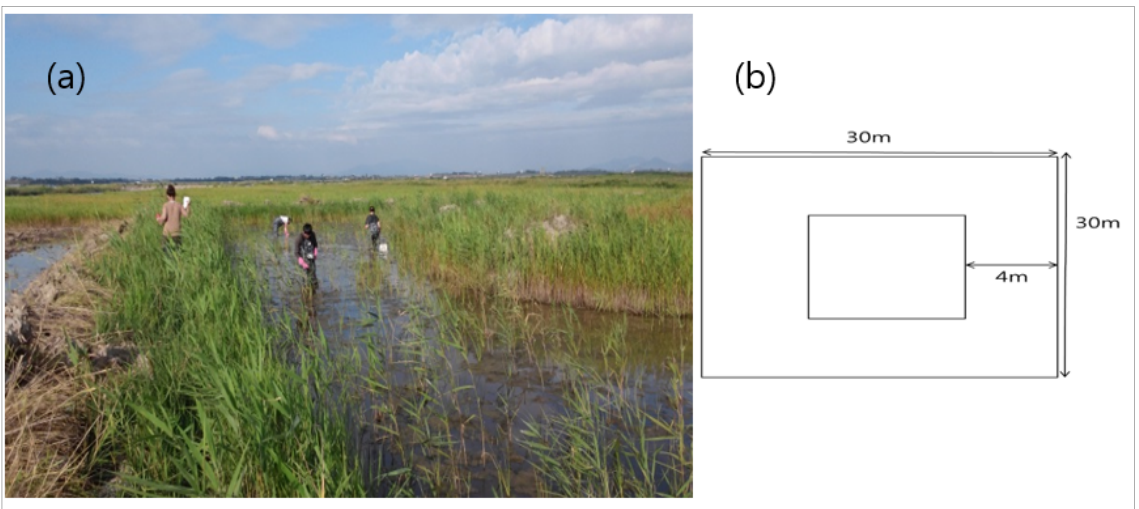


Figure 2. A established artificial wetland and the survey of biodiversity (a); the schematic diagram of the created artificial wetland with approximately 30m long, 4m wide, and 40-60cm deep (b).

가로 30cm, 세로 15cm, 높이 30cm로 이루어진 플라스틱틀을 이용하여 습지 안에서 10m 간격으로 조사하였다. 먼저 조사 구역 내 무작위 지점을 선정하여 플라스틱 틀을 물 속에 넣은 후 가로 13cm, 세로 10cm로 이루어진 뜰채를 이용하여 둌병 속의 흙을 물과 함께 떠서 모았다. 라인센서스방법은 쿼드라트 방법으로 놓치기 쉬운 운동성이 큰 수서 동

물 채집을 위해 사용되었다. 가로 13cm, 세로 10cm 뜰채를 이용하여 습지 속의 물과 흙을 함께 떠서 물 표면을 걷어내는 방식으로 조사하였다. 특히 라인센서스 방법을 시행할 때에 물 표면에 존재하는 운동성이 큰 수서 동물들이 달아나는 것에 주의하여 채집하였다. 채집물은 흐르는 물에 씻어 진흙을 걸러낸 후 현장에서 바로 종(species) 수준과

과(family) 수준으로 동정하고 각 종에 포함되는 개체수를 카운트하였다. 또한 동정이 끝난 채집물은 에탄올에 보관하였다.

### 3. 군집분석 조사 항목 표기

각 종의 관찰된 개체수를 조사 날짜에 가장 많이 발견된 개체수를 종의 학명 및 국명을 표기하였다. 군집분석을 위하여 우점도(Dominance Index : D.I), 상대밀도(Relative Density), 종다양도(Biodiversity Index : H'), 종균등도(Evenness Index: J'), 종풍부도(Richness Index: eH')를 산출하였다.

1) 우점도: 환경의 변화가 악화될수록 특정종의 우세가 나타나므로, 어떤 우점종이 군집에서 가지는 상대적인 비를 산출한다면 환경의 변화에 대한 명료한 지표로서 이용될 수 있다는 관점에서 도출된 지수이다<sup>[13]</sup>.  $DI = ni/N$ , DI: 우점도 지수, N: 총개체수, ni: 제 i번째 종의 개체수를 나타낸다.

2) 종다양도: 동물 군집의 종 풍부도와 개체수의 상대적 균형성을 뜻하는 것으로 군집의 복잡성을 나타내는 수치로 정보이론(Information theory)<sup>[14]</sup>에 의하여 유도된 Shannon & Weaver function<sup>[15]</sup>을 사용하여 산출한다.  $H' = -(ni/N) \ln(ni/N)$ , ni: 각 종의 개체수, N: 총 개체수, ln: 자연로그를 나타낸다.

3) 종균등도: 균등도는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로서 표현된다. 각 다양도 지수는 군집 내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 되므로 결국 균등도 지수는 군집내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou(1975)<sup>[16]</sup>의 식을 이용하

여 산출하였다.  $J' = H' / \ln(S)$ , S: 관찰된 전체 종수, H': 종다양도, Ln: 자연로그를 나타낸다.

4) 종풍부도: 종풍부도 지수는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서, 지수값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 하고 있다. 종풍부도 지수는 Margalef(1958)<sup>[14]</sup>의 지수를 사용하여 산출하였다.  $eH'=(S-1)/\ln(N)$ , eH': 풍부도, S: 전체종수, N: 총 개체수를 나타낸다.

## III. 연구결과

### 1. 수서생물상

#### 가. 전체 수서생물상

본 현지 조사를 통해 확인된 금호호 무인섬 내 조성된 습지의 수서생물상은 3문 4강 8목 17과 25종으로 나타났다(표 1). 종수가 가장 많은 목별로 나열하면 노린재목 5과 7종(28%), 잠자리목 3과 7종(24%), 딱정벌레목이 2과 4종(16%) 순으로 나타났다. 그 중 깔따구과의 개체가 380개체(전체 개체수의 약 45.3%)로 가장 많이 관찰되었으며 종 수준까지 분류할 수 없었다(부록 1). 다음으로 개체수가 가장 많은 종은 애기물달팽이(*Austropeplea ollula*)로 141개체(16.8%)였으며, 방물벌레(*Sigara substriata*) 86개체(10.3%), 물벌레(*Asellus hilgendorffii*) 53개체(6.3%)로 나타났다. 전체 종에 대한 종다양도지수(H')는 1.959, 종균등도지수(J')는 0.601, 종풍부도지수(eH')는 3.713으로 나타났다.

Table 1. Monitoring results of benthic macroinvertebrates inhabiting a wetland created on uninhabited island of Kumho Lake in Haenam-gun in 2014.

Class name	Order name	No. Family	No. Species
복족강(Gastropoda)	기안목(Basomatophomra)	3	5
빈모강(Clitellata)	턱거머리목(Arhynchobdellidae)	1	1
갑각강(Crustacea)	등각목(Isopoda)	1	1
	단각목(Amphipoda)	1	1
	잠자리목(Odonata)	3	6
곤충강(Insecta)	노린재목(Hemiptera)	5	7
	딱정벌레목(Coleoptera)	2	4
	파리목(Diptera)	1	
	합계	17	25

나. 월별 저서성수서무척추동물상 변화  
3월부터 9월까지 총 7회 조사 결과 종수는 7월

16종, 개체수는 6월 342개체로 가장 많이 출현하였다(그림 3). 6월 가장 많은 개체수가 관찰된 것은

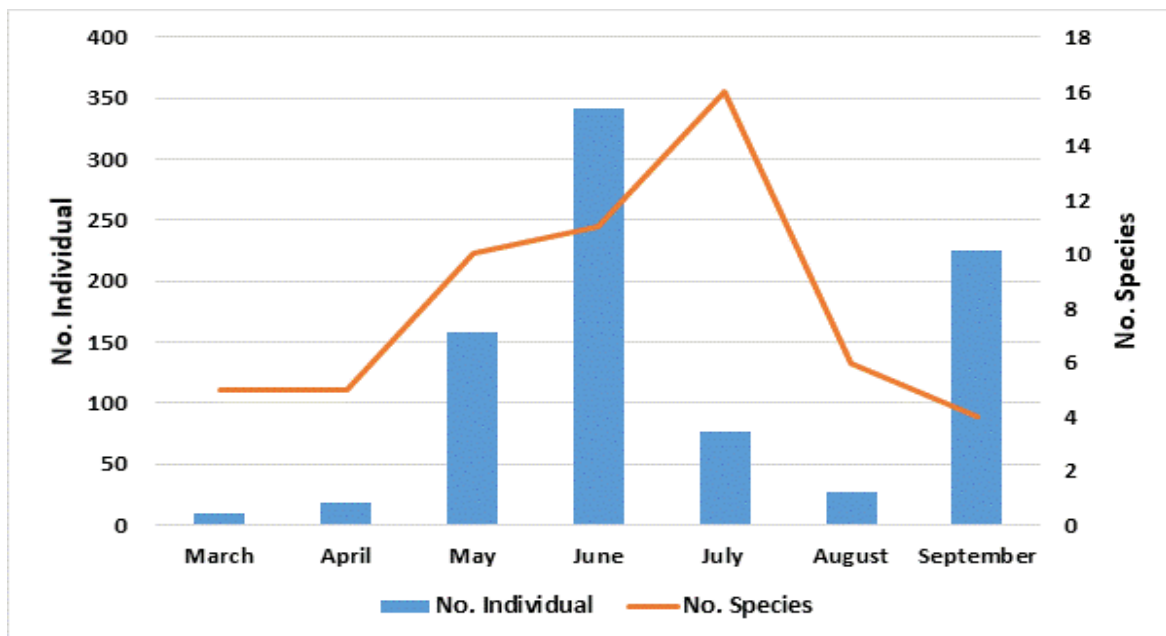


Figure 3. Comparisons of species and populations of aquatic invertebrates that appeared in an artificial wetland created on uninhabited island of Kumho Lake, Haenam-gun by month in 2014.

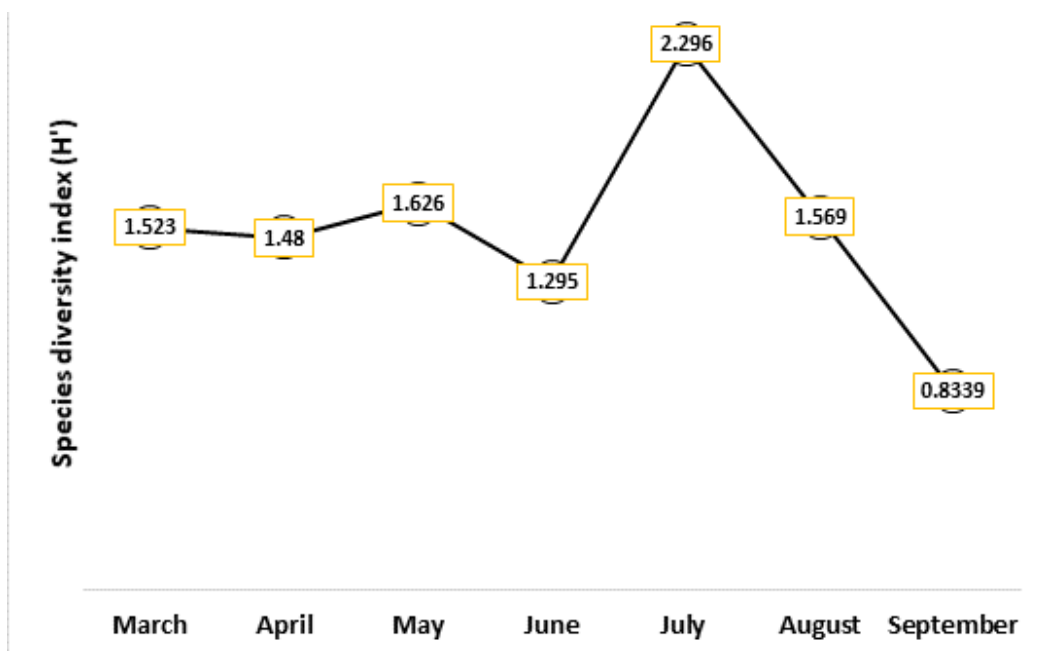


Figure 4. Comparisons of species diversity of benthic macroinvertebrates that appeared in an artificial wetland created in uninhabited island of Kumho Lake, Haenam-gun by month in 2014.

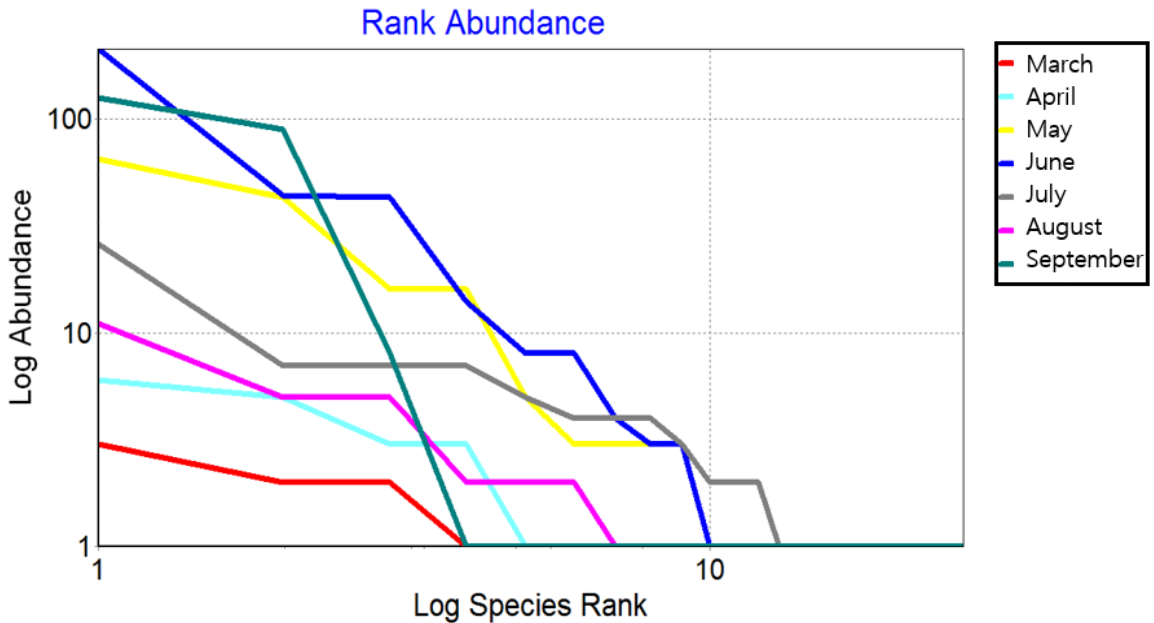


Figure 5. Comparisons of relative species abundance by month surveyed from March to September for benthic macroinvertebrates inhabiting the artificial wetland created in the uninhabited island of Kumho Lake, Haenam-gun.

주로 깔따구과 때문이며, 다음으로 9월의 경우 적은 종수에 비해 두 번째로 많은 개체수가 관찰된 것은 애기물달팽이와 깔따구과의 개체수 때문이다. 반면에 9월 4종, 3월 9개체로 가장 적게 조사되었다. 종수와 개체수의 분포와 함께 종다양도는 7월에 가장 높았으며, 다음으로 5월, 8월 순이었고, 9월 가장 낮았다(그림 4).

3월부터 9월까지 상대적인 개체수 풍부도를 비교해 보았을 때, 개체수가 풍부한 상위 랭크 종의 개체수는 6월에 가장 높았고, 다음으로 9월, 5월 순으로 나타났으며, 3월 가장 낮았다. 7월의 경우 다른 월에 비하여 상대적으로 랭크된 종의 개체수가 전반적으로 낮았으나 하위 랭크된 종에서는 높게 나타났다(그림 5).

## 2. 수질환경

### 가. 수온

해남군 금호호 무인섬 내 조성된 습지와 주변 호수 내 수온 측정 결과 7, 8, 9월 월별 비교 시 습지의 수온이 높은 것으로 나타났다. 습지 내 수온은 7

월 34.6도로 가장 높았고, 호수 내 수온은 같은 달 32.8도를 유지하였으며, 9월로 갈수록 수온은 떨어졌다. 따라서 7, 8, 9월 평균 수온은 호수보다 습지 내에서 2.1도 높았다.

### 나. 용존산소량

용존산소량(DO) 측정 결과 7, 8, 9월 월별 비교 시 습지의 DO가 높은 것으로 나타났다. 습지 내 DO는 7월 8.8(ppm)로 가장 높았고, 호수 내 DO는 같은 달 8.5(ppm)을 유지했으며, 9월로 갈수록 DO는 떨어져 습지의 경우 7.8(ppm), 호수는 5.9(ppm)까지 떨어졌다. 따라서 습지의 DO는 7.5(ppm)을 유지하여 매우 좋은 등급을 유지하였고, 호수의 경우 9월의 경우 5.9(ppm)까지 떨어졌고, 이 때의 등급은 좋음에 해당하였다. 7, 8, 9월 습지 평균 DO는 8.2(ppm), 호수는 7.0(ppm)으로 습지가 높았다.

### 다. 염도

염도 측정 결과 7, 9월은 습지 내 염도가 호수보다 높았으며, 8월 비교 시 반대로 호수가 높게 나타났다. 습지 내 염도는 7월 1.4(ppt)로 가장 높았

고, 호수 내 염도는 같은 달 1.3(ppt)을 유지해 유사했으며, 9월로 갈수록 호수의 염도는 떨어졌으나 습지의 경우 8월 1.0(ppt)로 가장 낮게 떨어졌다가 9월 다시 1.2(ppt)까지 증가했다. 7, 8, 9월 습지 평균 염도는 1.2(ppt), 호수는 1.1(ppt)으로 습지가 약간 높았다. 이는 육지에 어느 정도 염도가 남아 있을 가능성이 제기된다.

#### 라. 전기전도도

이온성 물질이 높을수록 전기전도도는 올라간다. 따라서 염도 측정 결과와 유사하게 전기전도도도 경향이 습지와 호수 내 측정지에서 나타났다. 전기전도도 측정 결과 7, 8월은 호수 내 염도가 습지 보다 높았으며, 9월 비교시 반대로 습지가 높게 나타났다. 호수 내 전기전도도는 7월 3020( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )로 가장 높았고, 습지 내 전기전도도는 같은 달 3003.5( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )을 유지했으며, 9월로 갈수록 호수의 염도는 떨어졌으나 습지의 경우 8월 1965( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )로 가장 낮게 떨어졌다가 9월 다시 2413.7( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )까지 증가했다. 7, 8, 9월 습지 평균 전기전도도는 2460.7

( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), 호수는 2464.7( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )로 호수가 약간 높았다.

### 3. 조류상

#### 가. 전체 조류상

2014년 3월에서 8월에 걸쳐 해남군 금호호 무인 섬 내 조성된 습지 주변에서 관찰된 조류는 총 7목 12과 18종 103개체였다(부록 2). 관찰된 조류 중 제비(*Hirundo rustica*)가 우점종으로 전체 개체수의 52.4%에 해당하는 54개체가 조사되었고, 다음으로 왜가리(*Ardea cinerea*) 12개체(11.7%), 물닭(*Fulica atra*) 11개체(10.7%)의 순으로 관찰되었다. 전체 조류 종에 대한 종다양도지수(H')는 1.821, 종균등도지수(J')는 0.630, 종풍부도지수(eH')는 3.668로 각각 나타났다.

#### 나. 월별 조류상 변화

3월부터 9월까지 총 7회 조사 결과 3월 13종, 다음으로 4월 6종, 7월 5종, 6월 1종 순으로 가장 많이 관찰되었다(그림 6). 이는 3, 4월 조사 시 대부

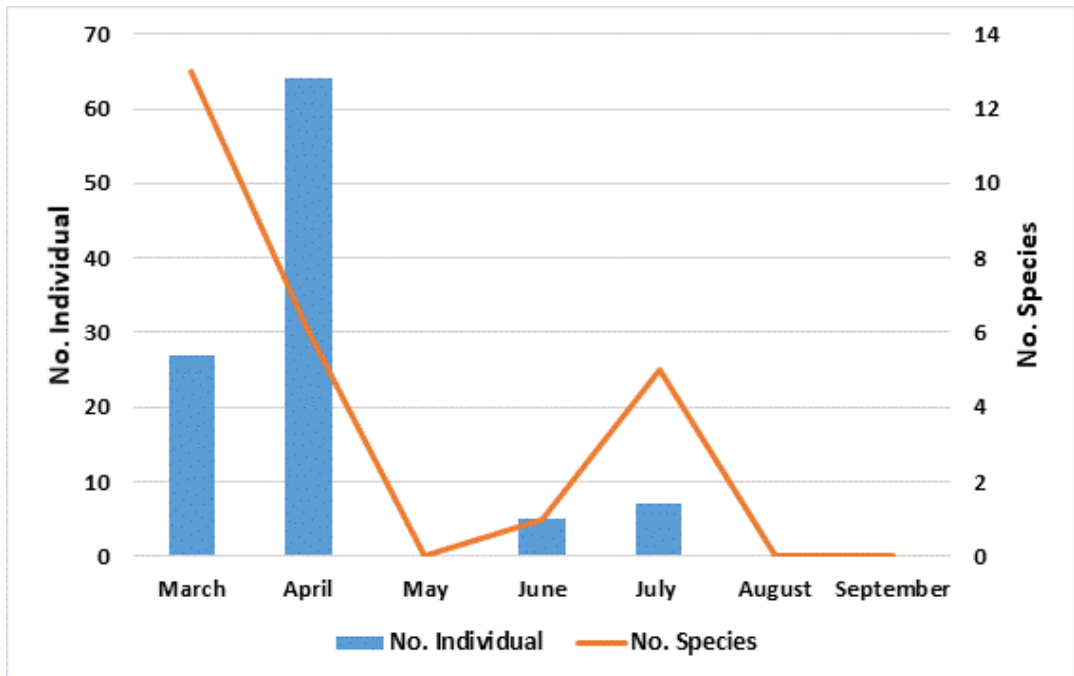


Figure 6. Comparisons of bird species and abundance observed around an artificial wetland created on uninhabited island of Kumho Lake, Haenam-gun by month in 2014.



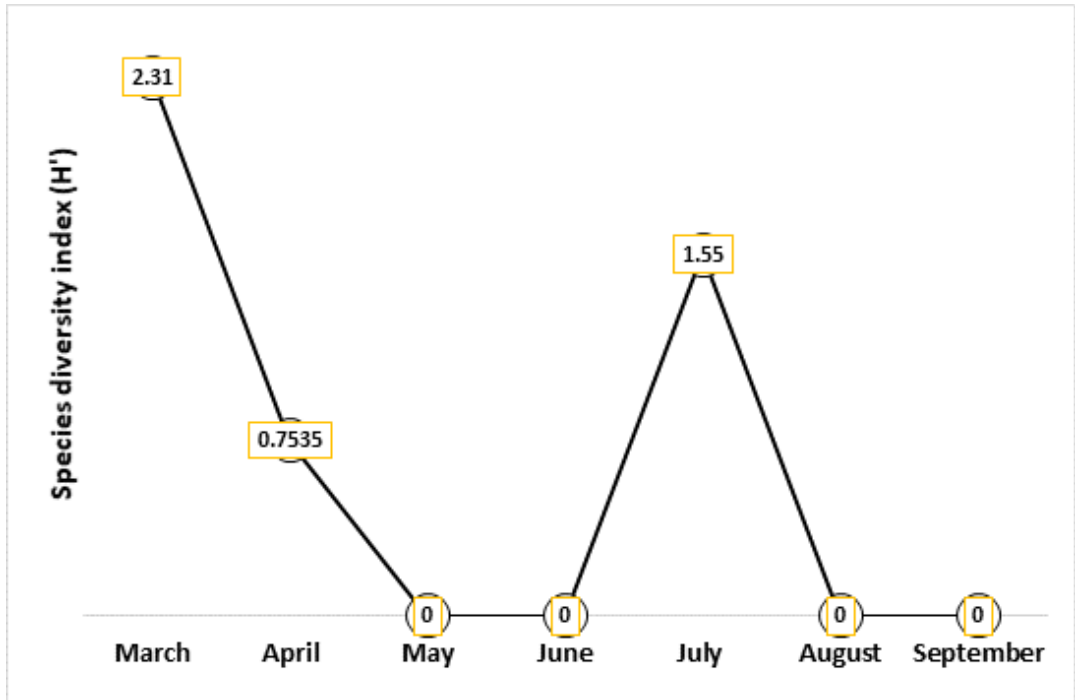


Figure 7. Comparisons of bird species diversity index observed around the artificial wetland created on uninhabited island of Kumho Lake, Haenam-gun by month in 2014.

분 겨울철새와 이동철새가 일부 습지 주변에서 관찰되었기 때문이다. 개체수는 4월 64개체, 3월 27개체 순으로 많이 관찰되었으며, 특히 4월 이동 중인 여름철새 제비가 52마리 관찰되었다(부록 2). 종수와 개체수의 분포와 함께 종다양도는 3월에 가장 높았으며, 다음으로 7월, 4월 순이었고, 이외 5, 6, 8, 9월 종다양도 지수는 계산이 불가하였다(그림 7).

#### 다. 법적보호종 관찰

3월부터 9월까지 금호호 무인섬 내 조성된 습지 주변으로 멸종위기야생동물I급 종인 황새(*Ciconia boyciana*) 1개체가 7월 관찰되었고, II급 종인 큰기러기 2개체, 재두루미, 흑두루미가 각 1개체씩 3월에 관찰되었다.

## IV. 논 의

습지 조성을 통한 습지 내 이화학적 특징은 수온과 DO로 나타났다. 수온과 DO가 조사 기간 호수보

다 습지에서 지속적으로 높았다. 반면 염도나 전기전도도는 7, 9월 습지에서 높았으나 8월은 습지에서 낮게 나타나 전체적으로 일정한 경향성을 보이지 않았다. 이는 조성된 습지 내 생물 서식을 위한 수온과 DO가 습지의 특성을 대변할 수 있을 것으로 판단된다. 현재까지 대부분의 간척지는 갯벌이나 해안 습지이던 간척지를 건조한 내대지나 벼농사를 주로 하는 논습지로 변화시켜왔으며, 시간의 흐름에 따라 간척 호수의 수질이 악화되어 왔으며, 여전히 토양 염분문제, 용수 및 배수 문제점이 파악되고 있다<sup>[17,18]</sup>. 이를 해결하고자 최근에는 서남해안 지역에 거대하게 만들어진 여러 간척지를 다시 역간척해야 한다는 논의가 진행되고 있다<sup>[19]</sup>. 그러나 해수 부분 유통을 위한 실질적인 사업 추진을 위해서는 중앙정부의 수자원정책 뿐만 아니라 주민의 이해, 토목, 환경, 생태, 용수 등 전 분야에 걸친 실질적인 사업 검토가 이루어져야 하므로 많은 시간과 행정 및 재정적인 노력이 필요한 실정이다.

저서성대형무척추동물의 종 출현은 계절적 요인



에 의해 증가하는 것으로 보였으며, 종다양성 지수도 7월에 피크를 이루어 매달 생물종이 증가하였다가 감소하는 시기적인 변화상을 보여주었다. 조사된 전체 26종 혹은 분류군 중에서 깔따구과 개체가 약 45.3%, 다음으로 물달팽이류가 26.6% 조사되었다. 이들 개체는 주로 논, 연못 등 정체된 물이나 습지에서 흔히 서식하는 개체들이었다. 특히 2급수 지표 생물인 깔따구류는 일반 관행논보다 유기농 논에서 약 6.9배 더 많이 서식하는 것으로 보고되었다<sup>[20]</sup>. 현재와 같이 습지 조성으로 조사 초기에 비해 생물량의 증가를 이끌어낼 수 있었던 것은 비록 짧은 기간의 조사 결과지만 복원된 간척 습지의 생태계 변화가 어떻게 일어나는지, 그리고 저서성대형무척추동물들에게 보다 안정된 환경을 제공할 수 있는지에 대한 평가 연구를 위한 기초 정보를 제공할 수 있음을 제시한다.

전체 조류상은 3월 13종, 4월 6종, 7월 5종, 6월 1종 순으로 가장 많이 관찰되었는데 이는 3월, 4월 조사 시 대부분 겨울철새와 이동철새가 일부 습지 주변에서 관찰되었기 때문이다. 습지 내 저서성대형무척추동물의 생물량이 증가할수록 이를 포식하는 조류 종과 개체수도 증가할 것으로 기대했으나 오히려 감소하였다. 이는 조사지 특성 상 여름철새와 텃새가 주변에서 번식하지 않았을 가능성과 조사지를 이용하는 조류가 먹이를 찾을 수 있는 기회나 취식할 기회가 거의 없었을 가능성이 있다<sup>[21]</sup>. 6.7월 습지를 이용한 조류는 왜가리(7개체), 황새(1개체), 제비(2개체), 멧새(1개체), 족새(1개체)로 멧새를 제외하고 조사지에서 번식 가능성이 거의 없으며, 멧새도 7월 1회 관찰되어 조성된 습지 주변에서 번식하지 않았을 가능성이 있다. 더구나 조성된 습지 내 저서성대형무척추동물은 왜가리와 황새 만이 먹이터로 이용할 수 있기 때문이다. 현재까지 조사 기간이 봄과 여름에 치우쳐 습지를 이용하는 조류 종과 개체수가 많지 않았으나, 국내에서 관찰하기 어려운 황새, 재두루미, 흑두루미, 큰기러기와 같은 법적보호종을 관찰할 수 있었으며, 이 후 겨울철새의 도래와 함께 새롭게 조성된 습지는 더욱 이들 조류 종들에게 휴식과 취식 공간으로 활용이 가능하므로

습지의 기능과 역할이 더 중요할 것으로 판단된다.

따라서, 간척으로 간척호수의 수질이 악화되고 종다양성이 단순화된 곳인 전남 해남군 산이면 금호호의 섬에 습지를 조성하여 습지 내 무생물학적 환경을 향상시켰고, 저서성대형무척추 동물의 증가를 가져왔다. 이는 간척지 내 습지를 조성하여 습지 생태계를 복원하고자 하는 기본 방향이 될 수 있음을 제안한다. 또한 이는 봄, 가을철 이동성 조류의 중간 기착지로서 그리고 겨울철새들의 월동지로서 보다 효율적으로 서식 공간을 제공할 수 있음을 제시한다. 그러나 얼마나 오랫동안 조성된 습지의 환경적인 안정성이 유지되고 향상될 수 있는지, 그리고 지속적인 최적 환경을 유지하기 위하여 무엇이 필요한지에 대한 보다 장기적인 현장 조사와 야외 실험이 필요한 실정이다.

## 참고문헌

- [1] 해양수산부, “갯벌생태계 조사 및 지속 가능한 이용방안 연구”, 해양수산부, p. 801, 2005.
- [2] 해양수산부, “2012 연안습지 기초조사(기본조사)”, 해양수산부, p. 683, 2013.
- [3] 김충실, 이상호, “다중범위 이산선택 CVM 기법에 의한 갯벌의 가치평가”, 농촌경제, Vol. 25(4), pp. 31-44, 2002.
- [4] 최미희, “우리나라 갯벌의 경제적 가치”, 한국습지학회지, Vol. 6(1), pp. 89-104, 2004.
- [5] 정명생, “갯벌어업 육성을 위한 연구개발”, 한국해양수산개발원, 농림수산식품부, p. 4, 2011.
- [6] J. M. Graham, D. van Proosdij, N. C. Neatt, and T. M. Bowron, “Restoration Design Proposal for the St. Croix River High Salt Marsh and Floodplain Wetland Restoration Project Report Prepared for Nova Scotia Department of Transportation and Infrastructure Renewal”, CBWES Inc. Report, No. 4, 2008.
- [7] D. M. Burdick, and C.T. Roman. “Salt marsh responses to tidal restriction and

- restoration: a summary of experiences”, In *Tidal marsh restoration: a synthesis of science and practice*, edited by C. T. Roman and D. M. Burdick, Washington, Island Press, pp. 373-382, 2012.
- [8] K. B. Raposa, S. Lerberg, C. Cornu, J. Fear, N. Garfield, C. Peter, et al., “Evaluating Tidal Wetland Restoration Performance Using National Estuarine Research Reserve System Reference Sites and the Restoration Performance Index (RPI)”, *Estuaries and Coasts*, Vol. 41, pp. 36-41, 2018.  
<https://doi.org/10.1007/s12237-017-0220-7>
- [9] 육근형, 최석문, 김지윤, 최수빈, 강창우, “갯벌 거버넌스 개선방안에 관한 연구”, *한국해양수산개발원*, p. 260, 2020.
- [10] 이현영, 이승호, “한국의 대규모 간척사업이 주변의 환경 변화에 미치는 영향”, *대한지리학회지*, Vol. 32(4), pp. 463-478, 1997.
- [11] 최준길, 이항구, “저서성대형무척추동물을 이용한 수생태계 평가 방법의 소개”, *한국수자원학회지*, Vol. 45(12), pp. 29-35, 2012.
- [12] 이시완, 김용현, 강태한, 송민정, “대형저서동물과 물새류 서식지인 장봉도 습지보호지역의 생태적 중요성”, *한국조류학회지*, Vol. 17(2), 149-162, 2010.
- [13] S. J. McNaughton, “Relationship among functional properties of California Grassland”, *Nature*, Vol. 216, pp. 144-168, 1967.
- [14] R. Margalef, “Perspectives in ecological theory”, Chicago, University of Chicago Press, p. 112, 1968.
- [15] E. C. Pielou, “Shannon's formula as a measure of specific diversity: It's use and missue”, *Am. Nat.* Vol. 100, pp. 463-465, 1966.
- [16] E. C. Pielou, “Ecological diversity”, Wiley, New York, p. 165, 1975.
- [17] Y. S. Jung, and C. H. Yoo, “Soil problems and Agricultural water management of the Reclaimed Land In Korea”, *Korea J. Soil Sci. Fert.* Vol. 40(4), pp. 330-348, 2007.
- [18] 손재권, 정찬희, 이동호, 고승환, 송재도, 이기성, 박종화, “간척지의 토지이용 현상과 문제점 파악 및 발전방향”, *농촌계획*, Vol. 26(3), pp. 067-077, 2020.
- [19] 전승수, 한상욱, “바람직한 금강 하구역 개선을 위한 부분 해수유통 방안”, *충남리포트 제16호*, *충남발전연구원*, p. 33, 2009.
- [20] 김종선, 김도익, 김선곤, 강범용, 고숙주, 임경호, 김홍재, *유기농업 논에서 저서성대형무척추동물의 다양성*, *한국유기농업학회지*, Vol. 17(2), pp. 193-209, 2009.
- [21] J. Alcock, “Cues Used in Searching for Food by Red-Winged Blackbirds (*Agelaius phoeniceus*)”, *Behaviour*, Vol. 46(1), pp. 174-188, 1973.

Appendix 1. Results of investigation of benthic macroinvertebrates inhabiting wetlands created on uninhabited island of Kumho Lake in Haenam-gun in 2014; D.I. (Dominance Index) R.D. (Relative density)

No	학명	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	총개체수	D.I.	R.D.
1	<i>Austropeplea oilula</i>			8	8	5	2	126	141	0.168	37.11
2	<i>Fossaria truncatula</i>			16	8	7			31	0.037	8.16
3	<i>Radix auricularia</i>					26			26	0.031	6.84
4	<i>Physa acuta</i>				3				3	0.004	0.79
5	<i>Gyraulus convexiusculus</i>			1	4	4	5	8	22	0.026	5.79
6	<i>Hirudinidae sp.</i>			16	3				19	0.023	5.00
7	<i>Asellus hilgendorffii</i>	2		3	44	4			53	0.063	13.95
8	<i>Gammarus</i> sp.					1			1	0.001	0.26
9	<i>Ischnura asiatica</i>				14	3	5		5	0.006	1.32
10	<i>Lestes sponsa</i>					2			2	0.002	0.53
11	<i>Crocothemis servilia</i>					4	2		6	0.007	1.58
12	<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>					7	2	1	10	0.012	2.63
13	<i>Pantala flavescens</i>				1				1	0.001	0.26
14	<i>Sympetrum striolatum imitoides</i>					1			1	0.001	0.26
15	<i>Hesperocorixa distanti</i>	2		3		2			7	0.008	1.84
16	<i>Micronecta sedula</i>		3						3	0.004	0.79
17	<i>Sigara substriata</i>			43	43				86	0.103	22.63
18	<i>Notonecta triguttata</i>					7			7	0.008	1.84
19	<i>Muljarus japonicus</i>					1			1	0.001	0.26
20	<i>Ranatra chinensis</i>				1				1	0.001	0.26
21	<i>Aquaris paludum</i>	3	3						6	0.007	1.58
22	<i>Cybister japonicus</i>	1	5	3		2			11	0.013	2.89
23	<i>Guignotus</i> sp.(larva)		6						6	0.007	1.58
24	<i>Rhantus pulverosus</i>	1	1	3					5	0.006	1.32
25	<i>Hydrophilus accuminatus</i>				5				5	0.006	1.32
26	Family Chironomidae										
	총개체수	9	18	158	342	77	27	225	839		
	총종수	5	5	10	11	16	6	4	26		
	H'(총다양도 지수)								1.959		
	J'(총균등도)								0.601		
	eH'(총풍부도)								3.713		

Appendix 2. Results of a survey of birds inhabiting the wetlands created on uninhabited island of Kumho Lake in Haenam-gun in 2014; D.I. (Dominance Index) R.D. (Relative density)

No.	Order	Family	학명	국명	별종 위기	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	총계 체수	D.I.	R.D.							
1	닭목	꿩과	<i>Phasianus colchicus</i>	꿩		1	2						3	0.029	5.56							
2	기러기목	오리과	<i>Anser fabalis</i>	큰기러기	II급	2							2	0.019	3.70							
3	기러기목	오리과	<i>Anser albifrons</i>	쇠기러기		2							2	0.019	3.70							
4	기러기목	오리과	<i>Anas penelope</i>	홍머리오리		1							1	0.010	1.85							
5	기러기목	오리과	<i>Anas poecilorhyncha</i>	흰뺨검둥오리		2	1						3	0.029	5.56							
6	논병아리목	논병아리과	<i>Podiceps cristatus</i>	빨논병아리		1							1	0.010	1.85							
7	황새목	황새과	<i>Ciconia boyciana</i>	황새	I급					1			1	0.010	1.85							
8	황새목	백로과	<i>Ardea cinerea</i>	왜가리		1	4	5	2				12	0.117	22.22							
9	황새목	백로과	<i>Ardea alba alba</i>	대백로		1							1	0.010	1.85							
10	두루미목	뚫부기과	<i>Fulicaatra</i>	물닭		7	4						11	0.107	20.37							
11	두루미목	두루미과	<i>Grus vipio</i>	재두루미	II급	1							1	0.010	1.85							
12	두루미목	두루미과	<i>Grus monacha</i>	흑두루미	II급	1							1	0.010	1.85							
13	도요목	도요과	<i>Gallinago gallinago</i>	깍도요		3							3	0.029	5.56							
14	도요목	갈매기과	<i>Larus vegae</i>	재갈매기		4							4	0.039	7.41							
15	참새목	까마귀과	<i>Pica pica</i>	까치			1						1	0.010	1.85							
16	참새목	제비과	<i>Hirundo rustica</i>	제비			52			2			54	0.524	100							
17	참새목	멧새과	<i>Emberiza cioides</i>	멧새						1			1	0.010	1.85							
18	참새목	멧새과	<i>Emberiza spodocephala</i>	축새						1			1	0.010	1.85							
총계체수													27	64	0	5	7	0	0	103		
총종수													13	6	0	1	5	0	0	18		
H(중다양도 지수)													1.821									
J'(종간동도)													0.630									
eH(종풍부도)													3.668									