

영월한반도습지의 어류군집 특성^{1a}

한상진² · 이광열² · 윤영진³ · 최재윤⁴ · 김준철² · 최재석^{5*}

The Characteristics of the Fish Community in Yeongwol Hanbando Wetland^{1a}

Sang-Jin Han², Kwang-Yeol Lee², Young-Jin Yoon³, Jae-Yoon Choi⁴, Joon Chul Kim², Jae-Seok Choi^{5*}

요약

2012년 4월부터 10월까지 영월 한반도습지의 어류군집에 대하여 조사한 결과는 다음과 같다. 조사기간 동안 출현한 어류는 총 10과 33종 7,107개체였으며, 이 중 한국고유종은 묵납자루를 포함하여 총 18종(52.94%)이었다. 또한 각 지점별 우점종은 St. 1, 2, 3, 5에서는 각각 참갈겨니(*Zacco koreanus*)였으며 St. 6에서 돌고기(*Pungtungia herzi*), 그리고 St. 7에서 묵납자루(*Acheilognathus signifer*)로서 하천 중상류역에 서식하는 어종이 우점하였으나, St. 4에서는 붕어(*Carassius auratus*)가 우점하여 하천의 중·하류역 또는 정수역의 특성을 나타내었다. 또한 각 조사지점을 대상으로 유사도 분석을 실시한 결과 크게 3그룹(A, B, C)으로 나뉘어졌으며, 이중 그룹 C(St. 4)는 하천 지점(그룹 A)과 인위적인 교란을 받은 하천지점(그룹 B)과는 다르게 정수역의 특징을 나타내었다. 이와 같이 영월 한반도습지는 하천과 정수역의 특징을 지닌 매우 독특한 습지생태계로 판단되며, 생태학적 가치가 매우 높은 것으로 확신된다.

주요어: 유사도분석, 습지생태계, 하천생태계

ABSTRACT

Analysis of the fish community in Yeongwol Hanbando wetland in Korea was investigated from April to October 2012. During the survey period, total 33 species belonged to 10 families and 7,107 individuals. There were 18 Korean endemic species (52.94%), including to *Acheilognathus signifer*. Also, the dominant species were *Zacco koreanus* at St. 1, 2, 3 & 5, as well *Acheilognathus signifer* at St. 6, and *Pseudopungtungia tenuicorpus* at St. 7, respectively, and these species were inhabited in the midstream. But at St. 4, *Carassius auratus* was dominance, so there appeared to characteristics of downstream or lentic habitat. Also, according to the similarity analysis on fish species and their individuals in each sites, they were divided into three major groups (A, B and C). Among them, group C (St. 4) showed the special inverse characteristics as a stagnant pond. unlike the river branch (group A) and anthropogenic disturbances receiving stream point (group B), Therefore, the ecosystem of Yeongwol Hanbando wetland is considered to very unique and these characteristics are not found in other stream ecosystems and it is confidently believed that the ecological value is very high.

1 접수 2014년 2월 14일, 수정 (1차: 2014년 8월 4일, 2차: 2014년 8월 17일), 게재확정 2014년 8월 18일

Received 14 February 2014; Revised (1st: 4 August 2014, 2nd: 17 August 2014); Accepted 18 August 2014

2 강원대학교 생명과학과 Biological Science, Kangwon National Univ, Chuncheon 200-701, Korea

3 충남대학교 생명과학과 Biological Science, Chungnam National Univ., 305-764, Korea

4 원주지방환경청 자연환경과 Nature Environment Division, Wonju Regional Environmental Office, Wonju 220-947, Korea

5 강원대학교 환경연구소 Institute of Environmental Research, Kangwon National Univ, Chuncheon 200-701, Korea

a 이 논문은 원주지방환경청 '생태계 변화관찰' 및 강원대학교 환경연구소 연구과제의 일환으로 연구되었음

* 교신저자 Corresponding author: Tel: 033) 250-7408, Fax: 255-1325, E-mail: gobiobotia@kangwon.ac.kr

KEY WORDS: SIMILARITY ANALYSIS, WETLAND ECOSYSTEM, RIVER ECOSYSTEM

서론

일반적으로 습지는 일정기간 동안 수중에 잠겨있거나 수분을 포함한 지역으로서, 지구 표면적의 약 6%를 차지하고 있으며 육지환경과 수환경을 이어주는 중요한 환경특성을 가지고 있다(Keddy, 2010). 예컨대, 얕은 수심과 수초지대는 다양한 생물들의 산란처와 생육 장소의 기능을 담당하고 있다. 또한 습지 내의 풍부한 플랑크톤이나 유기성 분해물질은 수서곤충 및 어패류에게 먹이를 제공하고, 갈수기에는 물을 저장하여 어류들의 피난처 역할을 한다(Lee, 2008). 뿐만 아니라 각종 철새들의 기착지, 월동 및 번식지로 이용되며 그밖에도 다양한 생물들의 서식처가 되기도 한다.

이와 같이 생물다양성과 생태적인 중요성을 가졌음에도 불구하고 습지는 과거 여러 선진국에서 ‘쓸모없는 지형(waste landform)’으로 간주되어 개발의 대상이 되기도 하였다(Mitsch and Gosselink, 2000). 그러나 최근 습지생태계의 중요성이 점차 부각되면서 습지의 여러 가지 기능과 생태적 역할에 대한 많은 관심을 가지게 되었다. 전 세계적으로 습지의 생태적인 중요성을 부각시키고 보호하고자 1971년에 이란의 람사르에서 18개국이 람사르 협약을 체결하였으며, 2009년 기준 159개국이 가입, 전 세계 1,854개의 습지(약 100,008,000 ha)가 람사르 습지로 등록되어 있다(<http://www.ramsar.org/>; 2014. 2.). 국내의 경우 전국적으로 다양한 습지가 분포하였으나 다른 국가들과 마찬가지로 습지에 대한 중요성과 가치에 대하여 인식하지 못하고 농경지, 주거 및 산업시설 등으로 이용하고자 습지를 매립하여 면적이 감소되었으며, 습지생태계는 지속적으로 교란받고 훼손되었다. 그러나 최근 환경오염에 대한 국민적 관심이 고조되어감에 따라 습지 역시 그 가치를 재평가 받기 시작하였다. 우리나라는 1997년 람사르 협약에 101번째로 가입하면서 대암산 용늪을 시작으로 18개의 습지를 람사르 습지로 등록하였으며, 2008년에는 경상남도 창원에서 제10차 람사르 총회를 개최하기도 하였다(Koo et al., 2013). 또한 1999년 습지보전법을 제정하여 습지를 보전·관리하는 법적 근거를 마련하고 환경부를 비롯한 지방자치단체에서 습지의 보존과 훼손된 습지의 복원에 많은 노력을 기울이고 있다(ME, 1999). 특히 아직 인위적으로 교란되지 않은 지역에 대해서는 자연환경의 훼손을 사전에 예방하기 위하여 습지보호구역으로 지정하여 보호하고 있다.

영월 한반도습지는 강원도 영월군 한반도면 신천리와 웅정리 일원에 위치하고 있으며, 평창강과 주천강이 합류하며 흐르다가 하폭이 협소해짐에 따라 유수의 병목현상으로 인하여 하천 바닥의 자갈과 모래 위에 빨층이 퇴적되어 생성된 하천형습지이다. 본 지역은 현재까지 인위적 교란이나 훼손이 이루어지지 않아 자연환경이 비교적 양호한 편이다. 또한 감입곡류하천의 지형경관과 계절마다 변화하는 식생경관이 조화를 이루고 있는 우수한 습지생태계로서, 환경부와 영월군은 한반도습지 지역의 생태·경관적 중요성을 보호하고자 2012년 1월 13일에 ‘영월 한반도습지 습지보호구역’으로 지정·고시하였다(ME, 2013).

이와 같이 보존이 양호한 습지생태계의 생물상을 조사 및 분석하여 습지생태계 본연의 특성을 파악하는 것은 매우 중요하다고 생각된다. 특히 어류는 수생태계의 상위 소비자이며 먹이사슬에 있어서 다른 생물종들과 밀접한 관계를 가지고 있으므로 수생태계를 직·간접적으로 분석하고 이해하는데 적합한 재료로 알려져 있다(Lee et al., 2006). 따라서 습지의 어류에 대한 연구는 습지생태계의 특성을 이해하는데 매우 유용하다고 본다. 본 연구는 영월 한반도습지의 어류조사를 통하여 습지의 생물다양성과 생태적 중요성을 파악할 뿐만 아니라, 훼손된 습지생태계의 복원 및 기타 습지의 관리를 위한 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

연구방법

1. 조사기간 및 조사지점

본 연구의 조사기간은 2012년 4월부터 10월까지 계절별

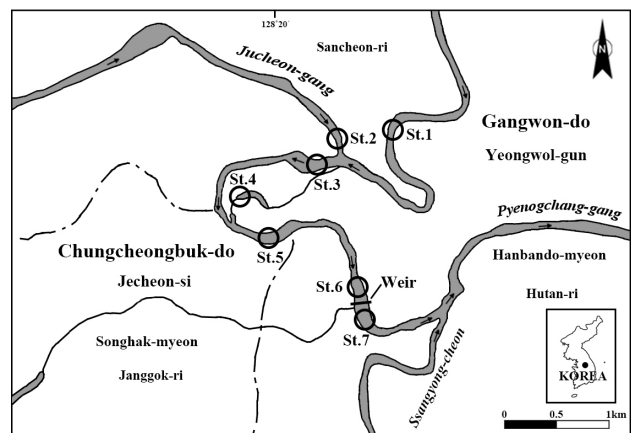


Figure 1. Map showing the study area

로 3회 실시하였으며, 각 조사기간은 다음과 같다.

1차 조사: 2012년 4월 18일 - 19일

2차 조사: 2012년 7월 5일 - 6일

3차 조사: 2012년 10월 5일 - 6일

조사지점은 강원도 영월군 한반도면과 충청북도 제천시 송학면에서 총 7개 지점을 선정하였다(Figure 1). 대부분의 지점은 하천의 유수역이었으나 지점 4의 경우 항시 작은 폐쇄형 웅덩이 형태로 존재하는 습지이다. 각 지점의 행정 구역 명칭 및 GPS 좌표는 다음과 같다.

- St. 1: 강원도 영월군 한반도면 웅정리
(N37°13'36.55" E128°20'46.21")
- St. 2: 강원도 영월군 한반도면 신천리
(N37°13'34.80" E128°20'17.25")
- St. 3: 강원도 영월군 한반도면 신천리
(N37°13'21.76" E128°20'04.17")
- St. 4: 강원도 영월군 한반도면 신천리
(N37°13'17.03" E128°19'37.13")
- St. 5: 충청북도 제천시 송학면 장곡리
(N37°13'01.44" E128°19'43.05")
- St. 6: 강원도 영월군 한반도면 웅정리
(N37°13'43.78" E128°20'25.47")
- St. 7: 강원도 영월군 한반도면 웅정리
(N37°12'37.50" E128°20'27.49")

2. 조사방법

어류의 채집은 각 지점에서 투망(7×7 mm; 14회)과 족대(5×5 mm; 50분)를 사용하여 정량 채집하였으며, 대형 보의 상방에 위치한 지점 6에서는 망목의 크기가 서로 다른 삼중자망(12×12mm; 40×40 mm)을 사용하여 수중에 24시간 동안 정지한 후 수거하였다. 채집된 어류는 현장에서 동정 및 분류하고 습증량을 측정하여 다음 즉시 방류하였으며, 일부 개체는 채집 즉시 현장에서 10% 포르말린 용액으로 고정된 후 실험실로 운반하여 동정·분류하였다. 어류의 동정에는 국내에서 최근에 발표된 검색표(Kim, 1997; Choi *et al.*, 2002; Kim and Park, 2002)를 이용하였으며, 어류목록별은 Nelson(2006)의 분류체계를 참고하여 작성하였다.

3. 군집분류

군집분류는 출현종 및 개체수를 근거로 Morishita-Horn's (Horn, 1966)의 유사도지수를 이용하여 산출된 유사도(Similarity index)를 기준으로 각 지점별 유사거리를 WPGMA(가중치 평균연결법)로 clustering 하였다.

$$C_H = \frac{2 \sum_{i=1}^S x_i y_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^S x_i^2}{X^2} + \frac{\sum_{i=1}^S y_i^2}{Y^2} \right) XY}$$

결과 및 고찰

1. 어류상 및 군집구조

영월 한반도습지의 어류조사 결과 총 10과 33종 7,107개체가 채집되었다(Table 1). 이 중 법정보호종은 천연기념물 제259호인 어름치(*Hemibarbus mylodon*) 1종(2.94%)과 멸종위기야생동식물 II급으로 지정된 어종인 묵납자루(*Acheilognathus signifer*), 가는돌고기(*Pseudopungtungia tenuicorpus*), 돌상어(*Gobiobotia brevibarba*) 등 3종(8.82%)이 각각 확인되었다. 한국고유종은 어름치(*H. mylodon*), 참갈겨니(*Zacco koreanus*), 묵납자루, 줄납자루(*Acheilognathus yamatsutae*), 참중고기(*Sacrocheilichthys variegatus wakiyae*), 가는돌고기, 쉬리(*Coreoleuciscus splendidus*), 긴물개(*Squalidus gracilis majimae*), 돌마자(*Microphysogobio yaluensis*), 배가사리(*Microphysogobio longidorsalis*), 돌상어, 새코미꾸리(*Koreocobitis rotundicaudata*), 참중개(*Iksookimia koreensis*), 눈동자개(*Pseudobagrus koreanus*), 미유기(*Silurus microdorsalis*), 통가리(*Liobagrus andersoni*), 꺾지(*Coreoperca herzi*), 얼룩동사리(*Odontobutis interrupta*) 등 18종(52.94%)이 확인되었다. 한강수계에서 한국고유종의 출현 빈도는 약 41.7~50.0%로 알려져 있다(Song *et al.*, 1995; Nam, 1997a,b; Nam *et al.*, 1998; Jeon *et al.*, 2002; Choi and kim, 2004). 그러나 본 지역의 경우 한국고유종 출현 빈도는 52.94%로 나타나 상대적으로 높은 고유성을 보이고 있으므로 영월 한반도습지의 보존상태는 매우 양호한 것으로 생각된다. 그러나 외래도입종이자 생태계교란야생생물로 지정된 어류인 배스(*Micropterus salmoides*)가 확인되어 이에 대한 관리대책이 필요할 것으로 판단된다.

채집된 어류의 과(Family)별 종수를 살펴본 결과 잉어과(Cyprinidae)에 속하는 어류가 20(58.82%)종으로 가장 많이 채집되었으며, 다음은 미꾸리과(Cobitidae) 4종(11.76%), 동사리과(Odontobutidae)와 꺾지과(Centropomidae)가 각각 2종(8.82%), 그리고 동자개과(Bagridae), 메기과(Siluridae), 통가리과(Amblycipitidae), 망둑어과(Gobiidae), 가물치과(Channidae), 검정우럭과(Centrachidae), 가물치과(Channidae)등이 각각 1종(2.94%)씩 나타났다. 이와 같이 잉어과와 미꾸

Table 1. A list and individual number of collected fishes collected in the Yeongwol Hanbando Wetland, Korea

Species	Sites							Total	R.A*	Remarks**
	1	2	3	4	5	6	7			
Cyprinidae										
<i>Carassius auratus</i>				131				131	1.84	
<i>Acheilognathus signifer</i>	40	34	39	56	43	44	947	1,203	16.93	II, E
<i>Acheilognathus yamatsutae</i>	10		6	96	22	61	890	1,085	15.27	E
<i>Rhodeus ocellatus</i>				35				35	0.49	
<i>Coreoleuciscus splendidus</i>	36	65	22		9		84	216	3.04	E
<i>Gobiobotia brevibarba</i>	14	15	14		10		17	70	0.98	II, E
<i>Hemibarbus labeo</i>	12	3		56		8	36	115	1.62	
<i>Hemibarbus longirostris</i>	6	4	5	24	5	1	14	59	0.83	
<i>Hemibarbus mylodon</i>	4	6	6	1	13	44	76	150	2.11	NM, E
<i>Microphysogobio longidorsalis</i>	110	34	44		13		98	299	4.21	E
<i>Microphysogobio yaluensis</i>	16	9	16	94	23	8	254	420	5.91	E
<i>Pseudogobio esocinus</i>	8	4		38		18	20	88	1.24	
<i>Pseudopungtungia tenuicorpus</i>	45	18	15		7		25	110	1.55	II, E
<i>Pseudorasbora parva</i>				82				82	1.15	
<i>Pungtungia herzi</i>	56	57	23	16	26	95	300	573	8.06	
<i>Sacrocheilichthys variegatus wakiyae</i>		2				1		3	0.04	E
<i>Squalidus gracilis majimae</i>				57		56	5	118	1.66	E
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>				4				4	0.06	
<i>Zacco platypus</i>	37	47	84	117			449	734	10.33	
<i>Zacco koreanus</i>	184	146	189	4	64	30	415	1,032	14.52	E
Cobitidae										
<i>Orthrias nudus</i>		2	1				25	28	0.39	
<i>Iksookimia koreensis</i>	18	15	2		14		27	76	1.07	E
<i>Koreocobitis rotundicaudatus</i>	10	15	5		3		11	44	0.62	E
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>							2	2	0.03	
Siluridae										
<i>Silurus microdorsalis</i>			1		1			2	0.03	E
Bagridae										
<i>Pseudobagrus koreanus</i>	2				1	7	5	15	0.21	E
Amblycipitidae										
<i>Liobagrus andersoni</i>	6	5	24	3	5		11	54	0.76	E
Centropomidae										
<i>Coreoperca herzi</i>	54	41	50	1	16	34	46	242	3.41	E
<i>Siniperca scherzeri</i>				2	1	4		7	0.10	
Centrarchidae										
<i>Micropterus salmoides</i>				65				65	0.91	EX
Odontobutidae										
<i>Odontobutis interrupta</i>	6	2		11	2		3	24	0.33	E
Gobiidae										
<i>Rhinogobius brunneus</i>	2	3	1	2	3		9	20	0.28	
Channidae										
<i>Channa argus</i>				1				1	0.01	
No. of family	7	6	6	7	8	3	7	10		
No. of species	21	21	19	22	20	14	24	33		
No. of Individuals	676	527	547	896	281	411	3,769	7,107		

*RA: Relative abundance,

**E: Korean endemic species, EX: Exotic species, NM: Natural monument, II: Endangered Species II

리과 어종들이 우세하게 나타난 것은 서·남해로 흐르는 국내 하천의 일반적인 특징(Jeon, 1980)으로, 본 연구결과와 잘 일치하고 있다.

본 조사에서 출현한 33종의 개체구수성비를 살펴보면 묵납자루가 16.93%로 가장 높았으며, 그 다음으로는 줄납자

루 15.27%, 참갈겨니 14.52%, 피라미(*Zacco platypus*) 10.33%, 돌고기(*Pungtungia herzi*) 8.06% 등의 순으로 나타났다. 개체수구성비가 0.3% 이하로 나타난 희소종으로는 가물치(*Channa argus*), 미꾸리(*Misgurnus anguillicaudatus*), 미유기, 참중고기, 버들치(*Rhynchocypris oxycephalus*), 쏘

가리(*Siniperca scherzeri*), 눈동자개, 밀어(*Rhinogobius brunneus*) 등 모두 9종이었다.

한편 각 지점별로 출현한 어종을 살펴보면 St. 1에서는 7과 21종 676개체, St. 2에서 6과 21종 527개체, 그리고 St. 3에서 6과 19종 547개체, St. 4에서 7과 22종 896개체, St. 5에서 8과 20종 281개체, St. 6에서 3과 14종 411개체, 그리고 St. 7에서 7과 24종 3,769개체가 각각 출현하였다. St. 7에서 가장 많은 종과 개체수가 출현하였으며, 이러한 결과는 본 지점의 상부에 어도가 없는 대형 보가 위치하여 어류들이 더 이상 상류로 이동하지 못하고 정착 후 서식하게 되었기 때문이라 판단된다. 또한 조사지점의 지류로부터 다양한 어종들이 유입되어 많은 종과 개체들이 출현한 것으로 보인다. 반면 St. 6에서는 가장 적은 종수가 나타났는데, 이는 본 지점의 하부에 대형 보가 위치하기 때문에 유속이 느려지고 수심이 깊어지는 등 서식처가 단순화 되어 다양한 어종들이 출현하지 못한 것으로 판단된다. 그리고 St. 4에서는 St. 7처럼 다양한 어종들이 출현하였다. 본 지점이 하천 배후 습지내 위치한 폐쇄형 웅덩이로 하천에서 유입된 종 이외에도 붕어(*Carassius auratus*), 긴몰개, 배스 그리고 흰줄납줄개(*Rhodeus ocellatus*) 등과 같이 호수 및 저수지에 주로 서식하는 정수성 어종들이 출현하였기 때문에 다양한 어종이 출현한 것으로 판단된다. 그 중에서도 흰줄납줄개의 출현은 주목할 만한데, 본 종은 유속이 느리고 수초가 우거진 큰 하천의 얇은 곳이나 연못 등에 서식하는 어종(Kim, 1997)이므로 강원도 중·상류 하천 내 습지에서 출현한 것은 매우 특이하다고 볼 수 있다. 따라서 본 지점의 주변에 산재되어 있는 소규모 습지에 분포하는 수역에 대한 조사가 더욱 진행된다면 또 다른 특이사항을 발견할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 우점종 및 아우점종

조사지역에서 각 지점별 우점종 및 아우점종은 분석한 결과는 Table 2와 같다. St. 1, 2, 3, 5에서는 우점종이 참갈겨니로 나타났고 아우점종은 쉬리, 꺾지 등 하천의 중·상류에서 다량 출현하는 일반적인 어종이 나타났다. 반면 St. 6,

7 과 St. 4에서는 차이를 보였는데, 위 지점들의 경우 대부분 납자루아과(Acheilognathinae) 어종들이 우점종 및 아우점종으로 출현하였다. 납자루아과와 중고기속(*Sarcochelichthys*) 어종은 담수산 이매패강(Pelecypoda)의 새강과 체강 내에 산란을 하는 어종들이다(Choi *et al.*, 2005). 또한 본 지점은 대형 보의 상방과 하방 지점으로 유속이 느려지면서 뺨층이 형성되어 있는데, 산란숙주인 작은말조개(*Unio douglasiae sinuolatus*)가 다수 서식하고 비교적 유속이 느린 지역을 선호하는 납자루아과 어종들이 안정된 개체군을 이루며 우점종 및 아우점종이 되었을 것으로 판단된다. 한편 St. 4에서는 붕어와 피라미가 각각 우점종 및 아우점종으로 출현하였다. 이와 같은 결과를 보이는 것은 본 조사지점이 하천배 후습지 내 폐쇄형 웅덩이의 형태로 나타나기 때문에 정수역에 출현하는 어종이 우점하게 된 것으로 판단된다.

3. 생체량

영월 한반도습지에서 채집된 어류의 총 생체량은 43,433.61 g이었으며, 각 지점별로 생체량을 비교해 보면 Figure 2와 같다. 생체량이 가장 많이 나타난 지점은 St. 7로 총 16,749.30 g이었고, 그 다음은 지점은 12,857.81 g인 St. 4로 가물치 및 배스 등의 대형 개체들이 출현하였기 때문에 높게 나타난 것으로 판단된다. 반면 가장 적게 나타난 지점은 St. 5로

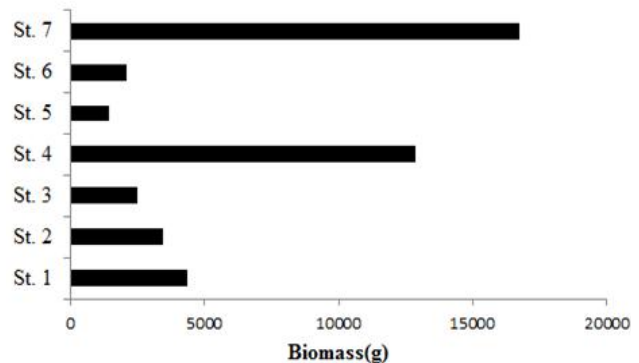


Figure 2. Comparison of the biomass at each site in the Yeongwol Hanbando Wetland

Table 2. Dominant and sub-dominant species at each station in the Yeongwol Hanbando Wetland

Sites	Dominant species	Sub-dominant species
1	<i>Zacco koreanus</i> (0.27)	<i>Microphysogobio longidorsalis</i> (0.16)
2	<i>Zacco koreanus</i> (0.28)	<i>Coreoleuciscus splendidus</i> (0.12)
3	<i>Zacco koreanus</i> (0.35)	<i>Coreoperca herzi</i> (0.15)
4	<i>Carassius auratus</i> (0.15)	<i>Zacco platypus</i> (0.13)
5	<i>Zacco koreanus</i> (0.23)	<i>Acheilognathus signifer</i> (0.15)
6	<i>Pungtungia herzi</i> (0.23)	<i>Acheilognathus yamatsutae</i> (0.15)
7	<i>Acheilognathus signifer</i> (0.25)	<i>Acheilognathus yamatsutae</i> (0.24)

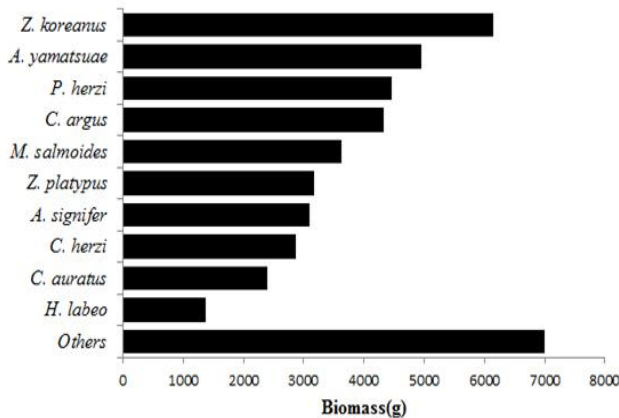


Figure 3. Comparison of the biomass of collected fishes in the Yeongwol Hanbando Wetland

서 1445.81 g이었다.

한편 각 어종별로 생체량을 분석해보면 참갈겨니 6,150.51 g, 줄납자루 4,945.00 g, 돌고기 4,461.42 g, 가물치 4,321.00 g, 배스 3,623.78 g 등의 순이었다(Figure 3). 참갈겨니, 줄납자루, 돌고기는 대부분의 조사지점에서 많은 개체가 채집되었기 때문에 생체량이 높았던 것으로 판단된다. 하지만 가물치나 배스는 개체수가 많지 않았음에도 불구하고, 상대적으로 큰 개체가 채집되어서 생체량이 높게 나타났다.

4. 어류상의 변화

영월 한반도습지일대에 대한 직접적인 어류에 대한 과거 조사로는 2009년도 전국내륙습지 정밀조사(ME, 2009)와 강원도의 자연‘담수어편’(Choi, 1986)에서 영월군 서면지역의 어류상을 소개한 바가 있었다. 과거의 어류상과 본 조사 결과를 비교해보면 1986년에는 7과 29종, 2009년 조사에는 7과 24종이 확인되었다. 그리고 본 조사에서 10과 33종이 채집되어 과거조사 결과보다 더욱 많은 종들이 출현하였다(Table 3). 이와 같이 본 조사와 과거조사의 어종수에서 차이를 보이는 것은 조사방법 및 조사구역이 다소 다르기 때문인 것으로 생각된다. 특히 본 조사의 경우 하천지점 뿐만 아니라 영월 한반도습지 내에 있는 폐쇄형 웅덩이까지 다양한 저점을 조사하였기 때문에 더 많은 종들이 채집된 것으로 판단된다. 과거에 출현한 어종과 본 조사에서 확인된 어종 모두를 종합한 결과 총 10과 41종의 어류가 확인되었다. 과거에 출현하였으나 본 조사에서 채집되지 않은 어종은 납지리(*Acheilognathus rhombeus*), 납자루(*Acheilognathus lanceolatus*), 꾸구리(*Gobiobotia macrocephalus*), 새미(*Ladislavia taczanowskii*), 중고기(*Sarcocheilichthys nigripinis*)

Table 3. Comparison of the fish fauna based on previous reference for the Yeongwol Hanbando Wetland

Species	Choi 1986	ME 1999	Present 2012
Cyprinidae			
<i>Carassius auratus</i>	•	•	•
<i>Acheilognathus signifer</i>	•	•	•
<i>Acheilognathus yamatsutae</i>	•	•	•
<i>Rhodeus ocellatus</i>			•
<i>Acheilognathus rhombeus</i>		•	
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	•		
<i>Coreoleuciscus splendidus</i>	•	•	•
<i>Gobiobotia macrocephalus</i>	•		
<i>Gobiobotia brevibarba</i>	•	•	•
<i>Hemibarbus labeo</i>			•
<i>Hemibarbus longirostris</i>	•	•	•
<i>Hemibarbus mylodon</i>	•	•	•
<i>Microphysogobio longidorsalis</i>	•		•
<i>Microphysogobio yaluensis</i>	•	•	•
<i>Pseudogobio esocinus</i>	•	•	•
<i>Pseudopungtungia tenuicorpus</i>			•
<i>Pseudorasbora parva</i>			•
<i>Pungtungia herzi</i>	•	•	•
<i>Ladislavia taczanowskii</i>	•		
<i>Sarcocheilichthys nigripinis morii</i>	•		
<i>Sarcocheilichthys variegatus wakiyae</i>	•	•	•
<i>Squalidus gracilis majimae</i>		•	•
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	•		•
<i>Zacco platypus</i>	•	•	•
<i>Zacco koreanus</i>	•	•	•
Cobitidae			
<i>Orthrias nudus</i>	•		•
<i>Iksookimia koreensis</i>	•	•	•
<i>Koreocobitis rotundicaudata</i>	•	•	•
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>			•
Siluridae			
<i>Silurus microdorsalis</i>	•		•
Bagridae			
<i>Pseudobagrus koreanus</i>	•	•	•
<i>Leiocassis ussuriensis</i>	•	•	
Amblycipitidae			
<i>Liobagrus andersoni</i>	•	•	•
Centropomidae			
<i>Coreoperca herzi</i>	•	•	•
<i>Siniperca scherzeri</i>	•	•	•
Centrarchidae			
<i>Micropterus salmoides</i>			•
Odontobutidae			
<i>Odontobutis platycephala</i>		•	
<i>Odontobutis interrupta</i>			•
Gobiidae			
<i>Rhinogobius brunneus</i>	•	•	•
Channidae			
<i>Channa argus</i>			•
No. of Family	7	7	10
No. of Species	29	24	33
Total 10families 41species			

morii), 대농갱이(*Leiocassis ussuriensis*), 동사리(*Odontobutis platycephala*) 등 7종이다. 이 중 새미는 냉수성 어종으로 본 지역보다 상류에 분포하는 어종으로서 홍수와 같은 일시적인 유량증가로 인하여 일부 유입되었을 것으로 판단된다. 이와 반대로 꾸구리는 하천 중류역의 자갈이나 잔자갈이 많은 곳에 분포하는 어종으로, 본 조사 지역이 중상류역으로 서식 개체수가 매우 희박하기 때문에 채집이 되지 않은 것으로 추측된다. 그밖에 본 조사에서 확인되지 않은 어종들은 더욱 세밀한 조사를 한다면 대부분 출현할 가능성이 있을 것으로 생각된다. 한편 본 조사에서 처음 출현한 어종은 흰줄납줄개, 가는돌고기, 참붕어, 미꾸리, 배스, 얼룩동사리, 가물치 등 8종으로 나타났다. 이 중 가는돌고기와 얼룩동사리는 중상류 및 중류 하천에 분포하는 어종으로 과거에도 출현했을 것으로 생각된다. 그러나 다른 6종은 일반적으로 저수지나 큰 강의 본류에 분포하는 어종으로 St. 4와 같이 폐쇄형 웅덩이와 같은 정수역이 있었기 때문에 출현한 것으로 판단된다.

5. 군집분류

본 연구에서 출현한 각 지점간 어류군집의 종수와 개체수를 근거로 유사도 분석을 실시한 결과 유사도 64%를 기준으로 크게 3그룹으로 나뉘어졌다(Figure 4). 먼저 그룹 A는 St. 1, 2, 3, 5로서, 미소서식지의 형태가 급여울로 나타나기 때문에 중상류 하천에서 서식하는 어종인 참갈겨니, 쉬리, 썩지, 배가사리, 가는돌고기 등이 출현하여 국내의 중상류 하천의 특성을 나타내었다. 또한 그룹 B는 St. 6, 7로 확인되었는데 인위적으로 설치한 보 영향으로 유속이 느려지는 평여울이나 소의 형태로 나타나 납자루아과와 같은 정수역을 선호하는 어종들이 우점하고 있었다. 이 지점들은 점차 유수역에서 정수역으로 변화하고 있어서 그룹 A와는 다른

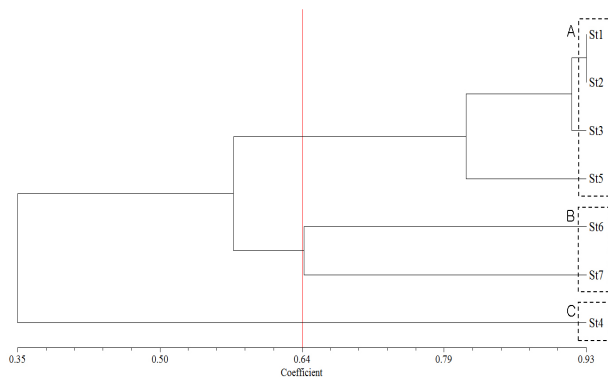


Figure 4. Cluster analysis of each site including based on species and their individual number

하천의 특성을 가지는 것으로 판단된다.

한편 그룹 C는 하천습지 내 폐쇄형 웅덩이에 해당하는 St. 4만이 분류되었는데, 이는 가물치, 흰줄납줄개, 붕어 등과 같이 주로 저수지와 같은 정수역에 서식하는 어종들이 다수 출현하여 하천 지점들과 유사성이 매우 낮은 것으로 나타났다. 이와 같이 하천 중상류역에 형성된 배후습지의 어류군집은 매우 독특한 생태계를 구성하고 있는 것으로 확인되었다. 따라서 영월한반도습지는 하천형 습지 내에서 급여울, 평여울, 폐쇄형 웅덩이 등 다양한 미소서식지가 형성되어 다양한 어류가 안정적으로 서식할 수 있는 요인으로 작용하고 있는 것으로 생각이 되는 자연적 배후습지이므로 보전가치가 크다고 할 수 있겠다. 그러나 본 연구 결과 영월한반도습지 지역에 배스가 출현하여 어류를 비롯한 생태계의 교란이 발생할 수 있을 것으로 생각된다. 그러므로 본 지역의 개선 및 보존을 위해 체계적인 모니터링과 구체적인 관리방안 마련이 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- Choi, K.C.(1986) Nature of Gangwon (The Freshwater Fishes). The Kangwondo Brards of Education (in Korean)
- Choi, K.C., Jeon, S.R., Kim, I.S and Y.M. Son(2002) Coloured Illustrations of The Freshwater Fishes of Korea. Hyangmunsa, Seoul, 278pp. (in Korean)
- Choi, J.S. and J.K. Kim(2004) Ichthyofauna and Fish Community in Hongcheon River, Korea. Korean J. Environ. Biol. 18(3): 446-455. (in Korean with English abstract)
- Choi, J.K., J.S. Choi, H.S. Shin and S.C. Chul(2005) Study on the Dynamics of the Fish Community in the Lake Hoengseong Region. Korean J. Limnol 38(2): 188-195. (in Korean with English abstract)
- Horn, H.S.(1966) Measurement of "Overlap" in Comparative Ecological Studies. Amer. Nat., 100. pp. 419-424.
- Jeon, S.R.(1980) Studies on the Distribution of Fresh-Water Fishes from Korea. Doctoral Thesis of Chungang Univ., pp. 14-49. (in Korean)
- Jeon, S.R., H.K. Byeon, C.I. Choi(2002) Ecological Study on the Fish Community in the Dong River, Korea. Korean J. Limnol 35(5): 350-358. (in Korean with English abstract)
- Keddy, P.A.(2010) Wetland Ecology: Principles and Conservation (2nd ed.). Cambridge University Press, New York. pp. 2-239.
- Kim, I.S.(1997) Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korean Vol. 37 Freshwater Fishes. Ministry of Education, 133-520pp. (in Korean)
- Kim, I.S. and J.K. Park(2002) Freshwater Fishes of Korea. Kyohak Press Co.,Seoul, 460pp. (in Korean)

- Koo, B.H., Y.H. You, H.D. Kim, J.G. Kim, H.S. Yang, P.H. Rho, D.G. Cho, J.G. Je, G. J. Joo and Y.O. Do(2013) Understanding of Wetland. National Wetland Center (Ministry of Environment). pp. 12-285.
- Lee, K.Y., Y.S. Jang and J.S. Choi(2006) Fish Fauna and Inhabitation of Legally Protected Species in the Pyeongchang River. Kor. J. Env. Eco. 20(3): 331-339. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.H.(2008) The Ecological Value of Wetlands to See Fish. Presented at the 2008 Proceedings of the Korean Society of Environment and Ecology, Suncheon, Korea, October 17, pp. 11-21.
- Ministry of Environment(1999). Wetland Conservation Act (Act No. 8958). Ministry of Government Legislation. Law.
- Ministry of Environment(2009) 2009 National Inland Wetlands Scrutiny (Hanbando Wetland·Siru Island Wetland). Ministry of Environment UNDP/GEF National Wetland Conservation Business Management Division. Report, Korea, 125-133pp.
- Ministry of Environment(2013) Ramsar Wetland Protected Areas and Enrollment ('12 .12) ME. Korea.
- Mitsch, W.J. and J.G. Gosselink(2000) Wetlands. Van Nostrand Reinhold
- Nam, M.M.(1997a) The Fish Fauna and Community Structure in the Kapyong Stream. Korean Journal of Limnology 30(4): 357-366. (in Korean with English abstract)
- Nam, M.M.(1997b) The Fish Fauna and Community Structure in the Jojong Stream. Korean Journal of Limnology 30(4): 367-375. (in Korean with English abstract)
- Nam, M.M., H.J. Yang, B.S. Chae and Y.H. Kang(1998) The Fish Fauna and Community Structure in Naerin Stream. Korean J. Ichthyol 10(1): 61-66. (in Korean with English abstract)
- Nelson, J.S.(2006) Fishes of the World (4th ed.). Wiley, New York.
- Song, H.B., O.K. Kwon, S.H. Jeon, H.J. Kim and K.S. Cho(1995) Fish Fauna of the Upper Sum River in Hoengsong. Korean Journal of Limnology 28(2): 225-232. (in Korean with English abstract)
- <Internet URL>
<http://www.ramsar.org/>, (Feb.2014)