

함안천 취수보 상·하류의 생태 환경 평가

김동욱 · 홍석연 · 노동혁 · 박제철 · 류재근*

국립금오공과대학교 환경공학과 · *충주대학교 환경공학과

Ecological Evaluation on Environments around Weirs in the Ham-an River

KIM, Dong-Wook · Suk Youn HONG · Dong Hyuk NOH · Je Chul PARK · Jae Keun RYU*

Department of Environmental Engineering, Kumoh National Institute of Technology

*Department of Environmental Engineering, Chungju National University

ABSTRACT

A survey on the ecological environment of upstream and downstream of weirs in the Ham-an river was carried out from June to October, 2006. The flow rates and water qualities of the upstream and downstream of the weir with fish-way were similar for the first and second survey, except a small increase in the flow rate of the upstream in the first survey. The surveys showed a total flora of 29 families, 61 genera, 14 variants, 67 species, and 81 subspecies. The flora of the weir with fish-way appeared to have 26 families, 55 genera, 11 variants, 59 species, while that of the weir without fish-way to have 14 families, 30 genera, 10 variants, 27 species, and 38 subspecies. The fish fauna of the upstream of weir with fish-way appeared to have 3 families, 8 species, 184 individuals, while that of the downstream of weir to have 5 families, 14 species, 664 individuals. The fish fauna of the upstream of weir without fish-way appeared to have 3 families, 9 species, 107 individuals, while that of the downstream of weir to have 9 families, 19 species, 520 individuals. The survey disclosed a total benthos of 3 phyla, 4 classes, 9 orders, 25 families, 44 species, 633 individuals.

Key words : weir, fish-way, ecological environment

서 론

하천법이 개정된 이후 하천의 이수와 치수 중심으로 진행되어온 하천관리는 생활환경의 질이 높아지고 연안 보전 네트워크 등으로 인해 환경적 개념의 중요성이 부각되면서 하천의 수질과 생물을 보호할 수 있는 생태적 보전 및 복원의 필요성이 대두되고 있다(건교부, 2001). 그 일환으로 1990년대 이후 국내에서 도시의 중소하천을 대상으로 하천의 환경기능을 개선하려는 노력이 시작되었는데, 이는 주로 하천을 도시의 편의공간이나 시민들의 휴식처로 만드는 것으로, 지방자치단체가 주체가 되어 추진되고 있다. 그러나 이러한 하천환경 개선사업은 하천환경에 대한 이념적 철학과 방법론적, 기

술적 지식이나 경험이 미흡한 상태에서 시작된 것으로, 하천생태계의 복원보다는 친수성 경관하천의 조성에 초점이 맞추어지고 있다(환경부, 1999). 그러나 향후의 하천의 생태환경 개선사업은 하천생태계의 복원에 주안점을 두어야 할 것이다. 그 중에서도 하천에 설치되어 있는 대표적 인공시설물인 보 건설 등으로 하천의 물리적, 생물적 환경이 변하고 있다(해양수산부, 2004). 그러나 현재까지 많은 수중보가 설치되었지만 생물 서식 환경, 생물 구조, 물질 순환 등 종합적인 생태계 평가가 이루어진 적이 거의 없어 하천생물 서식환경의 물리·화학·생물학적 요인을 종합적으로 분석하여 생태계의 변화 요인들에 대한 상대적 중요성과 안정성 유지를 위한 방안의 도출이 어려운 실정이다.

현재까지 수질 평가를 위해 적용되어온 이화학적, 생물학적 방법들은 측정 당시의 수질 및 생태 현존량 등 제한된 항목만을 사용하였기 때문에 수시로 변하는 환경 요인을 종합적으로 대변하는 데는 한계가 있었다. 특히, 화학적인 방법으로 수체에 내재한 수만 종의 오염물질을 검색한다는 것은 인력과 경제적인 면에서 가능하지 않으며 오염물질의 복합 상승작용에 의한 위해성을 평가한다는 것은 더욱 어려운 일이다.

본 연구에서는 낙동강 수계 중 국가 하천인 남천의 지류인 함안천(지방2급하천)을 대상으로 어도가 설치된 취수보와 어도가 없는 취수보 상·하류의 수질 조사 및 생물 다양성 등의 화학적·생물학적 요인을 조사한 결과를 토대로 생태환경을 평가하였다.

재료 및 방법

1. 조사대상지 개요

본 연구는 2006년 6월부터 2006년 10월까지 함안천을 대상으로 홍수기와 갈수기를 비교하여 조사하였다. 본 연구 대상지인 함안천은 지방2급 하천으로 경상남도 함안군 여항면에서 발원하여 경상남도 함안군 함안면 함안천 국가 하천 기점에서 합류된다. 유역 면적은 31.20km^2 이며, 유로 연장 및 하천 연장은 각각 10.40km , 8.40km 이다. 본 연구에서는 함안천 하류 지점에 위치한 어도가 설치된 취수보 및 어도가 없는 취수보 상·하류 4개 지점을 선택하여 수질 및 생태계 조사를 실시하였다(Fig. 1).



Fig. 1. Survey area of Ham-an river.

2. 조사 및 분석방법

분석 항목으로는 유량 및 수질 기초인자 등의 화학적 요인 및 식물과 식생, 어류, 저서생물 등의 생물학적 요인을 조사하였다.

1) 화학적 요인 조사

취수보의 상·하류의 유량은 현장에서 하천 단면과 유속을 측정하여 분석하였으며, 수소이온농도(pH), 전기전도도(EC), 용존산소(DO), 부유물질(SS), 탁도, 생물화학적 산소요구량(BOD)은 수질오염 공정시험방법(1996)을 원칙으로 하되, 필요할 경우 국제적으로 통용되고 있는 표준시험방법(Standard method)을 따라 분석하였다.

2) 생물학적 요인 조사

취수보를 중심으로 상·하류간의 식물과 식생, 어류 및 저서생물을 조사하여 평가하였다.

(1) 식물과 식생

식물 조사는 하천의 양안을 걸으면서 수생, 정수, 하원에 출현한 모든 식물의 종을 동정하여 정리하였으며, 식생 조사는 Braun-Blanquet(1965)에 의한 방형구의 크기가 5×5m인 방형구법과 belt-transect를 이용한 하천 단면을 조사하였다.

(2) 어류

어류 조사는 각 지점별로 수변부에서 채집이 가능한 지점에서는 투망, 족대, 뜰채 등을 이용함과 동시에 낚시, 권망, 자망, 삼각망, 정치망을 이용하여 채집한다. 망을 이용하여 포획할 때에는 어종의 크기를 고려하여 망목을 달리하여 실시하며, 포획횟수 및 시간은 어류상을 충분히 나타낼 수 있는 유 의한 수준으로 결정한다. 종다양성 균등성지수(E)의 계산은 다음 식에 의하였다(김동욱, 2004).

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

여기서 H' 는 Shannon Index이고, H'_{\max} 은 H' 의 최대치이며, 다음 식에 의해 계산한다.

$$H' = - \sum \frac{n_i}{n} \times \ln \left(\frac{n_i}{n} \right)$$

여기서 n 은 하나의 개체군으로부터 채취한 표본에 포함된 개체의 수이고, n_i 는 하나의 개체군으로부터 채취한 표본에 포함된 i 생물종의 개체의 수다.

본 연구에서는 각 조사지점에서 투망(망목 7×7mm)과 족대(망목 4×4mm)를 사용하여 실시하였다. 채집된 어류는 현장에서 동정하였고, 개체수 확인 후 즉시 놓아주었으나, 동정이 불가능한 개체나 기타 계측이 필요한 경우는 10% 포르말린 용액에 고정하여 실험실로 운반하여 최 등(1990), 김(1997)에 의하여 분류, 동정하였다.

(3) 저서생물

저서성 대형무척추동물의 조사는 지점별로 Modified D-frame deep net(mesh size: 250 μ m)를 사용하여 채취한 후 지름 100 μ m Standard sieve를 이용하여 정량시료를 얻었고, Hand-net, Hard bottom scraper, Core Sampler 등을 사용하여 얻은 시료들을 정성시료로 삼았다. 그리고 채집된 재료는 Kahle's 용액으로 고정하여 실험실에서 한국동식물도감 제19권 동물편(새우류; 김, 1977), 한국동식물도감 제32권 동물편(연체동물 I; 권, 1990), 한국동식물도감 제33권 동물편(연체동물 II; 최, 1992), 한국패류도감(민 등, 2004), 한국새우류도감(국립수산진흥원, 2001), 한국의 담수패류(정, 2003)에 준하여 해부현미경 $\times 40$, $\times 80$ 또는 광학현미경 하에서 분류한 후 80% Alcohol에 고정 보관하였다. 또한, 저서생물의 많은 분류군을 차지하는 수서곤충은 서식지 별 특성이 다른 장소를 3곳을 정하여 Surber net(mesh size: 100 μ m)와 D-frame net(mesh size: 100 μ m)로 채집한 후 Kahle's 용액으로 고정한 후, 3일 후 80% alcohol로 보존 처리하였다. 그 후 실험실에서 한국동식물도감(수서곤충편)에 준하여 해부현미경 $\times 40$, $\times 80$ 하에서 동정분류를 한 후 Kahle's solution 또는 Glycerol-acetone에 영구 액침 표본하였고, Merritt and Cummins(1996), Kawai(1985), 윤(1988, 1995)을 참고로 분류, 확인 및 개체수를 계수하였다. 어류와 저서무척추동물의 우점도는 McNaughton(1966)의 식을 사용하여 계산하였다.

결과 및 고찰

1. 수질

1차 조사 결과, 어도가 설치된 취수보 상·하류의 유량은 대형 수문보에 의해 물을 체류시키고 좌안의 어도를 통해 방류시키고 있어 상류에서 유입되는 유입 유량의 1/2 정도만 방류하는 것으로 나타났다. 어도가 없는 취수보의 경우 거의 체류가 없어 상류의 수량이 하류로 대부분이 그대로 이동하는 것으로 나타났다. 2차 조사 결과, 어도가 설치된 취수보 및 어도가 없는 취수보 상·하류간의 유량의 변화는 거의 없는 것으로 나타났다. 취수보 상·하류의 수질은 1, 2차 조사 결과, SS를 제외한 모든 항목이 거의 비슷한 결과 값을 나타내었다. 1차 조사 결과, 어도가 설치된 취수보의 경우, SS의 농도는 수중보 상류가 약간 높게 나타났으며, 어도가 없는 취수보는 상류보다 하류가 높은 농도로 조사되었다. 2차 조사 결과, 어도가 설치된 취수보의 SS의 농도는 하류가 높게 조사되었으며, 어도가 없는 취수보는 변화가 없는 것으로 나타났다(Table 1).

2. 식물과 식생

출현 식물상은 1, 2차 조사 결과, 어도가 설치된 취수보 및 어도가 없는 취수보 전체에서 29과 61속 67종 14변종으로 총 81분류군이 조사되었다. 이 중 귀화식물은 11분류군이며, 귀화율은 13.6%로 나타났다(Table 2).

어도가 설치된 취수보 상·하류에서 조사된 식물상은 전체 26과 55속 59종 11변종으로 총 70분류군이었고, 귀화율은 20.4%로 나타났다. 취수보를 중심으로 상류 50m 지점의 수생부에는 수생식물이 확인되지 않았으며, 하안부에 고마리군락(*persicaria thunbergii* community), 소리쟁이-돌피군락(*Rumex crispus-Echinochloa crus-galli* community)이 출현하고, 저수부 및 고수부에서는 등갈퀴군락(*Vicia cracca*

Table 1. Flow rates and water quality of the Ham-an river

Item	Survey area	The weir with fish-way				The weir without fish-way			
		1st		2nd		1st		2nd	
		Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower
Flow (m ³ /s)		1.2	0.6	0.4	0.4	1.3	1.2	0.4	0.4
Temperature (°C)		25.7	25.1	19.9	19.8	26.1	25.5	21.1	20.8
DO (mg/L)		8.4	8.8	8.3	8.3	7.6	8.6	8.5	8.4
pH		8.2	8.4	8.2	7.7	8.5	8.4	8.6	8.3
Conductivity (μs/cm)		162	164	160	162	169	170	160	161
Turbidity (NTU)		3.1	2.8	6.7	11.5	3.0	3.2	7.6	7.2
SS (mg/L)		6.7	4.9	8.4	10.4	5.2	6.9	7.6	7.6
BOD (mg/L)		0.9	1.8	0.9	1.0	0.9	0.9	1.2	0.6

Table 2. Vascular plants in riparian zones of the Ham-an river

No.	Family name	Korean name	Scientific name	Weir with fish-way			Weir without fish-way		
				Upper 50m	Lower 50m	Lower 150m	Upper 50m	Lower 50m	
				Jun. Sep.	Jun. Sep.	Jun. Sep.	Jun. Sep.	Jun. Sep.	
1	Salicaceae	갯버들	<i>Salix gracilistyla</i> Miq	○ ○	○	○	○ ○	○ ○	○
2	Moraceae	환삼덩굴	<i>Humulus japonicus</i> S. et Z.	○ ○	○	○	○ ○	○ ○	○
3		소리쟁이	<i>Rumex crispus</i> L.	○ ○	○ ○	○	○ ○	○ ○	○
4		고마리	<i>Persicaria thunbergii</i> H. Geoss	○	○ ○	○	○ ○		
5	Polygonaceae	머느리배꼽	<i>Persicaria perfoliata</i> H. Gross	○ ○	○	○		○ ○	○
6		미꾸리늪시	<i>Persicaria sieboldii</i> Ohki		○				
7		여뀌	<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Spach	○ ○	○ ○	○			
8	Caryophyllaceae	벼룩나물	<i>Stellaria alsine</i> var. <i>undulata</i> Ohwi	○	○			○	
9	Caryophyllaceae	별꽃	<i>Stellaria media</i> Villars	○ ○	○ ○	○			
10	Amaranthaceae	쇠무릎	<i>Achyranthes japonica</i> (Miq.) Nakai	○	○				
11	Ranunculaceae	미나리아재비	<i>Ranunculus japonicus</i> Thunb.	○					
12	Aristolochiaceae	쥐방울덩굴	<i>Aristolochia contorta</i> Bunge		○				
13	Pavaveraceae	애기똥풀	<i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i>					○ ○	

Table 2. Continued

No.	Family name	Korean name	Scientific name	Weir with fish-way			Weir without fish-way		
				Upper 50m	Lower 50m	Lower 150m	Upper 50m	Lower 50m	
				Jun. Sep.	Jun. Sep.	Jun. Sep.	Jun. Sep.	Jun. Sep.	
18	Saxifragaceae	낙지다리	<i>Penthorum chinense</i> Pursh				○		
19	Rosaceae	멍석딸기	<i>Rubus parvifolius</i> L.					○ ○	
20		절레꽃	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.		○ ○				
21	Leguminosae	아까시나무	<i>Robinia pseudo-acacia</i> L.		○		○ ○		
22		자운영	<i>Astragalus sinicus</i> L.	○					
23		붉은토끼풀	<i>Trifolium pratense</i> L.	○ ○		○		○ ○	
24		토끼풀	<i>Trifolium repens</i> L.	○ ○	○	○		○ ○	
25		가는갈퀴	<i>Vicia angustifolia</i> var. <i>minor</i>					○	
26		등갈퀴나물	<i>Vicia cracca</i> L.	○			○		
27		돌콩	<i>Glycine soja</i> S. et Z.				○		
28	Geraniaceae	취손이풀	<i>Geranium sibiricum</i> L.		○				
29	Euphorbiaceae	광대싸리	<i>Securinega suffruticosa</i> Rehder					○ ○	
30		깨풀	<i>Acalypha australis</i> L.	○					
31	Vitaceae	개머루	<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> var. <i>heterophylla</i>						○
32	Umbelliferae	사상자	<i>Torilis japonica</i> (Houtt.) Dc.	○ ○		○			
33	Ebenaceae	감나무	<i>Diospyros kaki</i> Thunb.				○		
34	Asclepiadaceae	박주가리	<i>Metaplexis japonica</i>		○ ○				
35	Convolvulaceae	메꽃	<i>Calystegia japonica</i>				○		
36	Boraginaceae	꽃마리	<i>Trigonotis peduncularis</i> Bench	○					
37	Labiatae	쉽사리	<i>Lycopus ramosissimus</i> var. <i>japonicus</i>			○			
38		익모초	<i>Leonurus sibiricus</i> L.				○		
39		석잠풀	<i>Stachys riederi</i> var. <i>japonica</i> Miq.	○ ○	○				
40		배암차즈기	<i>Salvia plebeia</i> R. Br.	○	○				
41	Solanaceae	까마중	<i>Solanum nigrum</i> L.	○					
42	Scrophylariaceae	물칭개나물	<i>Veronica undulata</i> Wall.		○ ○				
43		큰개불알풀	<i>Veronica persica</i> Poir.	○					
44		큰물칭개나물	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	○ ○	○	○			
45	Compositae	미국쑥부쟁이	<i>Aster pilosus</i> Willd.				○		
46		쑥부쟁이	<i>Aster yomena</i> Makino				○	○	
47		개망초	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	○			○	○	
48		망초	<i>Erigeron canadensis</i> L.	○ ○	○	○	○ ○	○ ○	

No.	Family name	Korean name	Scientific name	Weir with fish-way			Weir without fish-way				
				Upper 50m	Lower 50m	Lower 150m	Upper 50m	Lower 50m			
				Jun.	Sep.	Jun.	Sep.	Jun.	Sep.	Jun.	Sep.
54	Compositae	왕고들빼기	<i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i> Hara	○	○		○		○		
55		민들레	<i>Taraxacum mongolicum</i> H. Mazz.	○							
56		서양민들레	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	○	○		○				
57	Alismataceae	질경이택사	<i>Alisma plantago-aquatica</i> var. <i>orientale</i>				○	○			
58	Hydrocharitaceae	자라풀	<i>Hydrocharis dubia</i> (Bl.) Backer				○				
59	Commelinaceae	사마귀풀	<i>Aneilema keisak</i> Hassk.	○		○	○	○			
60	Gramineae	개밀	<i>Agropyron tsukushiense</i> var. <i>transiens</i>	○					○ ○ ○		
61		자주개밀	<i>Agropyron yesoense</i> Honda	○		○					
62		메귀리	<i>Avena fatua</i> L.	○				○		○	
63		향모	<i>Hierochloe odorata</i> (L.) Beauv.	○							
64		달뿌리풀	<i>Phragmites japonica</i> Steud.		○				○		
65		갈풀	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	○	○	○	○	○	○	○ ○ ○	
66		뚝새풀	<i>Alopecurus aequalis</i> var. <i>amurensis</i>	○		○		○			
67		줄	<i>Zizania latifolia</i> Turcz.	○	○		○		○		
68		개기장	<i>Panicum bisulcatum</i> Thunb.								○
69		미국개기장	<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.					○			
70		돌피	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv.	○	○		○	○	○		
71		피	<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>frumentacea</i>		○		○		○		○
72		바랭이	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.		○		○				
73		강아지풀	<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.		○		○		○		
74		띠	<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>	○	○		○		○ ○		○
75	물억새	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	○	○		○				○ ○	
76	억새	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i>	○			○		○			
77	참억새	<i>Miscanthus sinensis</i> Anders.		○							
78	Cyperaceae	세모고랭이	<i>Scirpus triquetet</i> L.				○	○			

Cyperaceae

community), 메귀리군락(*Avena fatua* community), 개망초-개밀군락(*Erigeron annuus*-*Agropyron tsukushiense* var. *transiens* community)이 조사되었다(Fig. 2). 취수보를 중심으로 하류 50m 지점에서는 수층부에 형성된 사주에 고마리군락과 갈풀(*Phalaris arundinacea*), 물칭개나물(*Veronica undulata* Wall), 사마귀풀(*Aneilema keisak* Hassk) 등이 출현하고, 수중에는 수생관속식물은 조사되지 않았다. 저수부 및 고수부에서는 망초군락(*Hygrophila salicifolia* community), 등갈퀴군락, 메귀리군락 등이 분포하는 것으로 조사되었다(Fig. 3). 취수보의 직접적인 영향이 적은 하류 150m 지점에서는 수심이 약 10~15cm로서 수중에 부엽성 수생식물인 어리연(*Nymphoides indica*), 자라풀(*Hydrocharis dubia* Blume Backer)이 출현하고, 저수부에서는 수원고랭이군락(*Scirpus wallichii* Nees community), 여뀌군락(*Persicaria hydropiper* community), 고마리군락, 갈풀군락이 분포하고 있는 것으로 나타났으며, 고수부에서는 메귀리군락이 우점하고 등갈퀴, 토끼풀(*Trifolium repens*), 붉은토끼풀(*Trifolium pratense*), 억새(*Miscanthus sinensis* var. *purpurascens*) 등이 조사되었다(Fig. 4).

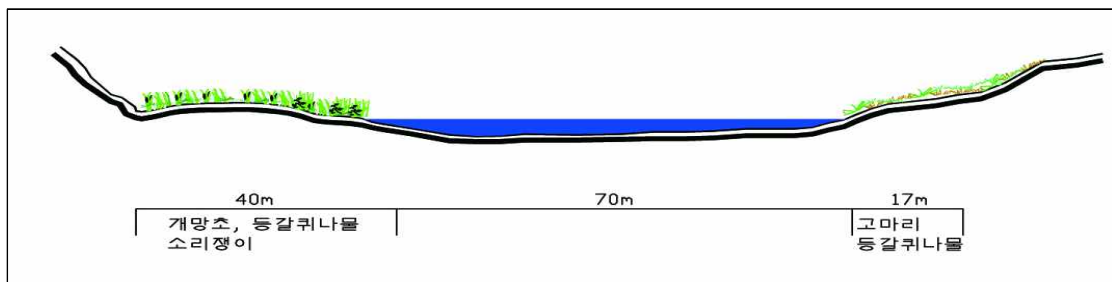


Fig. 2. A cross section diagram of riparian vegetation from the weir with fish way to site of 50m upstream.

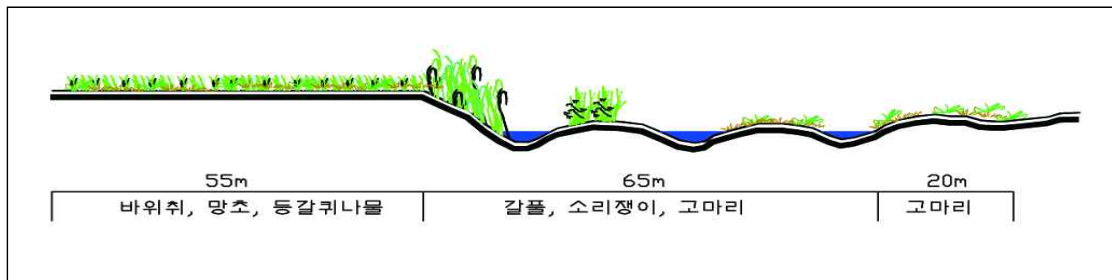


Fig. 3. A cross section diagram of riparian vegetation from the weir with fish way to site of 50m downstream.

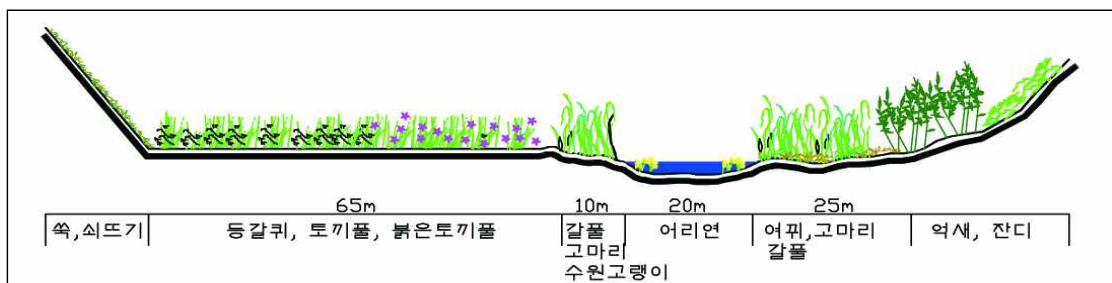


Fig. 4. A cross section diagram of riparian vegetation from the weir with fish way to site of 150m downstream.

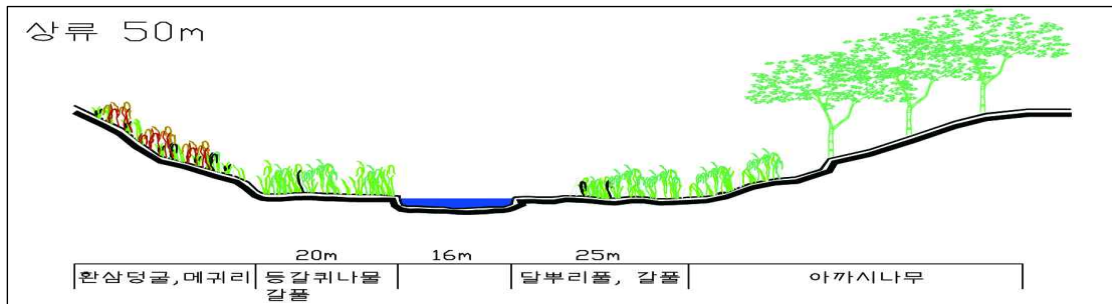


Fig. 5. A cross section diagram of riparian vegetation from the weir with no fish way to site of 50m upstream.

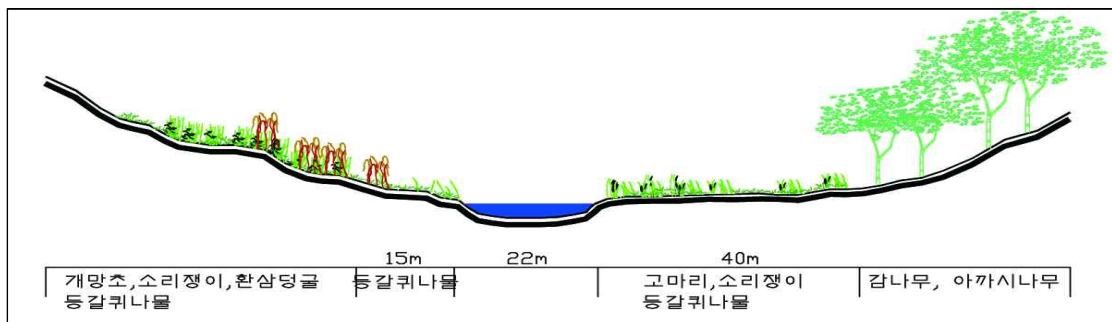


Fig. 6. A cross section diagram of riparian vegetation from the weir with no fish way to site of 50m downstream.

어도가 없는 취수보 상·하류 취수보에서 조사된 식물상은 전체 14과 30속 27종 10변종으로 총 38 분류군이 조사되었으며, 이 중 귀화식물은 9종류로 23.6%의 귀화율을 나타냈다. 취수보를 중심으로 상류 50m 지점의 수층부 양안에는 고마리군락이 분포하고, 저수부 및 고수부에서는 등갈퀴, 갈풀, 환삼덩굴(*Humulus japonicus* Siebold & Zucc), 메귀리 등이 조사되었다(Fig. 5). 취수보를 중심으로 하류 50m 지점의 수층부에는 수생식물이 발견되지 않았으며, 하안부에 고마리군락, 달뿌리풀군락(*Phragmites japonica* Steud community)이 분포하고, 저수부 및 고수부에서는 등갈퀴군락, 메귀리군락, 갈풀군락이 조사되었다. 좌안 제방 사면에는 아까시나무(*Robinia pseudo-acacia*), 자주개밀, 메귀리, 왕고들빼기(*Lactuca indica* var. *laciniata* Kuntze H. Hara) 등이 출현하고, 우안에는 등갈퀴나물, 환삼덩굴, 메귀리 등이 나타났다(Fig. 6).

3. 어류

조사대상지인 함안천의 어류상은 어도가 설치된 취수보의 종다양도는 상·하류가 각각 0.41, 0.22로 큰 차이를 보여 어류의 이동이 원활하지 않은 것으로 나타났으며, 어도가 없는 취수보는 상·하류 간 차이가 거의 없는 지역으로서 종다양도와 균등도가 매우 유사하게 나타나 어류의 이동이 원활한 것으로 조사되었다(Table 3).

출현 어류상은 1, 2차 조사 결과, 어도가 설치된 취수보 상류에서는 총 3과 8종 184개체가 확인되었

으며, 이 중 피라미가 우점도 69를 나타내었고, 다음으로 돌고기, 참붕어가 각각 20, 11순으로 조사되었다. 취수보 하류에서는 총 5과 14종 664개체가 조사되었다(Table 4). 우점도는 Table 4에서 해당 생물종의 개체수를 총 모든 생물종의 개체수로 나누어 구하였다.

어도가 없는 취수보 상류에서는 총 3과 9종 107개체가 확인되었으며, 취수보 하류에서는 총 9과 19종 520개체가 확인되었다. 이 중 취수보 하류에서 멸종위기 1급, 천연기념물 455호인 꼬치동자개 5개체가 확인되었다(Table 5).

Table 3. Species diversity, richness and evenness index of fish population in the Ham-an river

Set	Site 1						Site 2					
	Upper			Lower			Upper			Lower		
	1st	2nd	Total	1st	2nd	Total	1st	2nd	Total	1st	2nd	Total
Species diversity	0	0.41	0.41	0.47	0.60	0.22	0.59	0.44	0.61	6.52	0.87	0.87
Species richness	0	3.10	3.09	2.44	4.62	4.61	3.26	3.22	3.94	5.02	5.64	6.63
Species evenness	-	0.22	0.60	0.2	0.06	0.06	0.16	0.09	0.11	0.08	0.09	0.08

Table 4. Composition of fish of upstream and downstream of the weir with fish-way

Family	Species	Upper		Total	Lower		Total
		1st	2nd		1st	2nd	
Cyprinidae	<i>Zacco platypus</i> (피라미)	2	125	127	10	403	413
	<i>Opsariichthys bidens</i> (꼬리)		2	2		3	3
	<i>Hemiculter eigenmanni</i> (치리)		1	1			0
	* <i>Rhodeus uyekii</i> (각시붕어)					12	12
	<i>Acanthorodeus assumusi</i> (큰납지리)					25	25
	<i>Cyprinus carpio</i> (잉어)					1	1
	<i>Carassius auratus</i> (붕어)		1	1		4	4
	<i>Pseudorasbora parva</i> (참붕어)		12	12	2	31	33
	<i>Pungtungia herzi</i> (돌고기)		38	38	4	104	108
	* <i>Squalidus gracilis majimae</i> (긴물개)					4	4
Cobitidae	<i>Microphysogobio yaluensis</i> (돌마자)					16	16
	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (미꾸리)					21	21
Odontobutis interrupta	* <i>Odontobutis platycephala</i> (동사리)		1	1		18	18

Table 5. Composition of fish of upstream and downstream of the weir without fish-way

Family	Species	Upper		Total	Lower		Total
		1st	2nd		1st	2nd	
Cyprinidae	<i>Zacco platypus</i> (피라미)	7	54	61	43	162	205
	<i>Opsarlichthys bidens</i> (꼬리)	2	2	4	6	23	29
	<i>Rhodeus notatus</i> (떡납줄갱이)	4		4			
	<i>*Acheilognathus koreensis</i> (칼납자루)	2		2	4		4
	<i>Cyprinus carpio</i> (잉어)		2	2		2	2
	<i>Carassius auratus</i> (붕어)	18	3	21	3	24	27
	<i>Pseudorasbora parva</i> (참붕어)		2	2		3	3
	<i>Pungtungia herzi</i> (돌고기)					98	98
Cobitidae	<i>Squalidus gracilis majimae</i> (긴물개)					4	4
	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (미꾸리)				1	19	20
	<i>Niwaella multifaciata</i> (수수미꾸리)					1	1
Odontoutis interrupta	<i>*Odontobutis platycephala</i> (동사리)		4	4	1	50	51
Bagridae	<i>Pseudobagrus brevicorpus</i> (꼬치동자개)					5	5
Siluridae	<i>Silulus asotus</i> (메기)				1		1
Centropomidae	<i>*Coreoperca herzi</i> (꺾지)	1	6	7	1	28	29
Gobiidae	<i>Rhinogobius brunneus</i> (밀어)					21	21
	<i>Tridentiger obscurus</i> (검정망둑)					5	5
	<i>Chaenogobius urotaenia</i> (꼭지구)					11	11
Osmeridae	<i>Plecoglossus altivelis</i> (은어)				1		1
Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i> (큰입우럭)베스				1	2	3
Total		34	73	107	62	458	520

4. 저서생물

1) 분포상

1, 2차 조사 결과, 어도가 설치된 취수보와 어도가 없는 취수보에서 확인된 저서성 대형 무척추동물종은 총 3문 4강 9목 25과 44종 633개체로 일반적인 국내 하천의 중류수역에서 확인되는 종수와 개체수에 비교하여 보았을 때 거의 비슷하거나 다소 다양성이 떨어지는 것으로 나타났다(Table 6). 이는 본 조사지점인 하천 내 설치된 취수보 인근의 일부 수역이 수체의 정체와 더불어 주변 오염원에서의 각종 오염 물질 유입으로 인한 부영양화의 영향으로 사료된다.

조사지점 전체에서 확인된 저서생물 중 연체동물문과 환형동물문은 각각 5종 75개체, 5종 32개체로 조사되었고, 절지동물문이 34종 526개체로 절지동물에 해당하는 저서생물이 종수에서 차지하는 비율은 약 77%, 개체수로는 약 83% 이상의 가장 높은 점유율을 나타냈다.

Table 6. Macro-invertebrates of the Ham-an river

Species	Weir with fish-way				Weir without fish-way			
	Upper		Lower		Upper		Lower	
	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
Mollusca (연체동물 門)								
Gastropoda (복족 綱)								
Basommatophora (기안 目)								
Lymnaeidae (물달팽이 科)								
<i>Lymnaea auricularia</i> (물달팽이)	1		6	8			9	
Physidae (원돌이물달팽이 科)								
<i>Physa acuta</i> (원돌이물달팽이)	14	2	2	3	11		3	
Planorbidae (또아리물달팽이 科)								
<i>Gyraulus chinensis</i> (또아리물달팽이)			3	2			2	
<i>Hippeutis cantori</i> (수정또아리물달팽이)			1				1	
<i>Polypylis hemisphaerula</i> (배꼽또아리물달팽이)	1		1	4			1	
ANNELIDA (환형동물 門)								
Oligochaeta (빈모 綱)								
Archioligochaeta (물지렁이 目)								
Tubificidae (실지렁이 科)								
<i>Limnodrilus gotoi</i> (실지렁이)	5	2	4	1				
<i>Limnodrilus</i> sp. (실지렁이 sp.)	7	1		1				
Hirudinea (거머리 綱)								
Arhynchobdellidae (턱거머리 目)								
Hirudinidae (거머리 科)								
<i>Hirudo nipponica</i> (참거머리)				2				1
<i>Whitmania edentula</i> (녹색말거머리)			1	1			2	1
<i>Whitmania</i> sp.			2		1			
Athropoda (절지동물 門)								
Insecta (곤충 綱)								
Ephemeroptera (하루살이 目)								
Baetidae (꼬마하루살이 科)								
<i>Baetis silvaticus</i> (감초하루살이)			9	2			11	5
<i>Baetis</i> sp.				1	2		4	2
<i>Cleon dipterum</i> (연못하루살이)							4	3
Potamanthidae (강하루살이 科)								
<i>Rhoenanthus coreanus</i> (강하루살이)			1					
Heptageniidae (꼬리하루살이 科)								
<i>Epeorus latifolium</i> (점박이부채하루살이)			8	4			5	3
<i>Epeorus curvatus</i> (흰부채하루살이)			3	2			2	1

Table 6. Continued

Species	Weir with fish-way				Weir without fish-way			
	Upper		Lower		Upper		Lower	
	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
Calopterygidae (물잠자리 科)								
<i>Calopteryx japonica</i> (물잠자리)			1				4	3
Aeshnidae (왕잠자리 科)								
<i>Anax parthenope julius</i> (왕잠자리)			1				1	
<i>Anax nigrofasciatus</i> (먹줄왕잠자리)							1	
Corduliidae (북방잠자리 科)								
<i>Somatochlora graeseri</i> (밀노란잠자리)							1	
Libellulidae (잠자리 科)								
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i> (밀잠자리)			3	2			2	3
<i>Pantala flavescens</i> (된장잠자리)				4				2
Hemiptera (노린재 目)								
Belostomatidae (물장군 科)								
<i>Muljarus japonicus</i> (물장군)	1		3	2			4	3
Nepidae (장구애비 科)								
<i>Laccotrephes japonensis</i> (장구애비)			2	1			1	3
<i>Ranatra chinensis</i> (게아재비)			1	1			2	3
Gerridae (소금쟁이 科)								
<i>Aquaris paludum</i> (소금쟁이)	4		1	2	3		1	1
Coleoptera (딱정벌레 目)								
Dytiscidae (물방개 科)								
<i>Laccophilus difficilis</i> (깨알물방개)					2		1	3
Hydrophilidae (물뽕뽕이 科)								
<i>Sternolophus</i> sp. (애물뽕뽕이 sp.)			2					
Elmidae (여울벌레 科)								
sp. (여울벌레 sp.)							1	
Trichoptera (날도래 目)								
Hydropsychidae (줄날도래 科)								
<i>Hydropsyche</i> Kub (줄날도래 Kub)							8	5
<i>Hydropsyche</i> sp.1 (줄날도래 sp.1)							4	2
<i>Hydropsyche</i> sp.2 (줄날도래 sp.2)			9				5	
Limnephilidae (우묵날도래 科)								
<i>Nothopsyche</i> Kua (갈색우묵날도래 Kua)			2					
Diptera (파리 目)								
Tipulidae (각다귀 科)								

Table 6. Continued

Species	Weir with fish-way				Weir without fish-way			
	Upper		Lower		Upper		Lower	
	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
<i>Ischnura asiatica</i> (아시아실잠자리)			2	1			2	1
Calopterygidae (물잠자리 科)								
<i>Calopteryx japonica</i> (물잠자리)			1				4	3
Aeshnidae (왕잠자리 科)								
<i>Anax parthenope julius</i> (왕잠자리)			1				1	
<i>Anax nigrofasciatus</i> (먹줄왕잠자리)							1	
Corduliidae (북방잠자리 科)								
<i>Somatochlora graeseri</i> (밀노란잠자리)							1	
Libellulidae (잠자리 科)								
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i> (밀잠자리)			3	2			2	3
<i>Pantala flavescens</i> (뽕장잠자리)				4				2
Hemiptera (노린재 目)								
Belostomatidae (물장군 科)								
<i>Muljarus japonicus</i> (물자라)	1		3	2			4	3
Nepidae (장구애비 科)								
<i>Laccotrephes japonensis</i> (장구애비)			2	1			1	3
<i>Ranatra chinensis</i> (개아재비)			1	1			2	3
Gerridae (소금쟁이 科)								
<i>Aquaris paludum</i> (소금쟁이)	4		1	2	3		1	1
Coleoptera (딱정벌레 目)								
Dytiscidae (물방개 科)								
<i>Laccophilus difficilis</i> (깨알물방개)					2		1	3
Hydrophilidae (물뽕뽕이 科)								
<i>Sternolophus</i> sp. (애물뽕뽕이 sp.)			2					
Elmidae (여울벌레 科)								
sp. (여울벌레 sp.)							1	
Trichoptera (날도래 目)								
Hydropsychidae (줄날도래 科)								
<i>Hydropsyche</i> Kub (줄날도래 Kub)							8	5
<i>Hydropsyche</i> sp.1 (줄날도래 sp.1)							4	2
<i>Hydropsyche</i> sp.2 (줄날도래 sp.2)			9				5	
Limnephilidae (우묵날도래 科)								
<i>Nothopsyche</i> Kua (갈색우묵날도래 Kua)			2					
Diptera (파리 目)								

Table 6. Continued

Species	Weir with fish-way				Weir without fish-way			
	Upper		Lower		Upper		Lower	
	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
sp. 2	2		21	16			23	11
sp. 3			49	37	7		72	43
Tabanidae (등에 科)								
sp.1			2				1	
sp.2							1	1
Culicidae (모기 科)								
sp.1	3				1			
Species	10	3	30	23	8	2	33	23
Population	44	5	149	100	38	10	185	102
Total 3 Phylum 4 Class 9 Order 25 Family 44 Species 633 Individuals								

2) 종수 및 개체수 변동

1, 2차 조사 결과, 조사 지점 모두 취수보의 상부역보다는 하부역에서의 저서생물상이 다양하고 풍부한 것으로 나타났다. 1차 조사 결과, 어도가 설치된 취수보 상류에서는 10종 44개체가 조사되었고, 취수보 하류에서는 30종 149개체로 취수보 상류보다 하류에서의 종수와 개체수가 약 3배 가량 개체수가 많은 것으로 조사되었다. 어도가 없는 취수보 상류에서는 8종 38개체, 하류에서는 33종 185개체로 취수보 상류보다 하류에서 개체수가 다양하고 풍부한 것으로 나타났다. 2차 조사 결과, 어도가 설치된 취수보 상류에서는 3종 5개체, 하류에서는 23종 100개체가 조사되었으며, 어도가 없는 취수보 상류와 하류에서는 각각 2종 10개체, 23종 102개체로 나타났다(Fig. 7, Fig. 8).

3) 우점종 및 아우점종

1, 2차 조사 결과, 조사지점 및 조사시기의 구분 없이 절지동물문의 파리목 깔다구과 종이 우세한 것으로 조사되었으며, 아우점으로는 일부 깔다구류와 실지렁이류, 날도래류와 물달팽이류가 매우 높

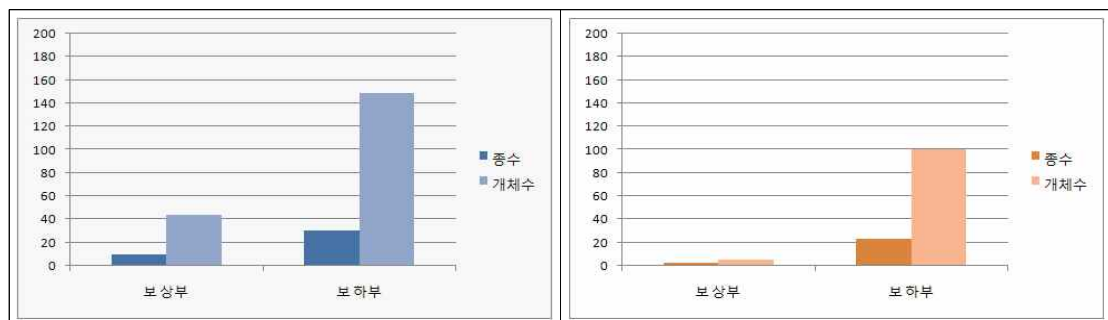


Fig. 7. Comparison of species and individuals inhabited in upstream and downstream of the weir with fish-way.

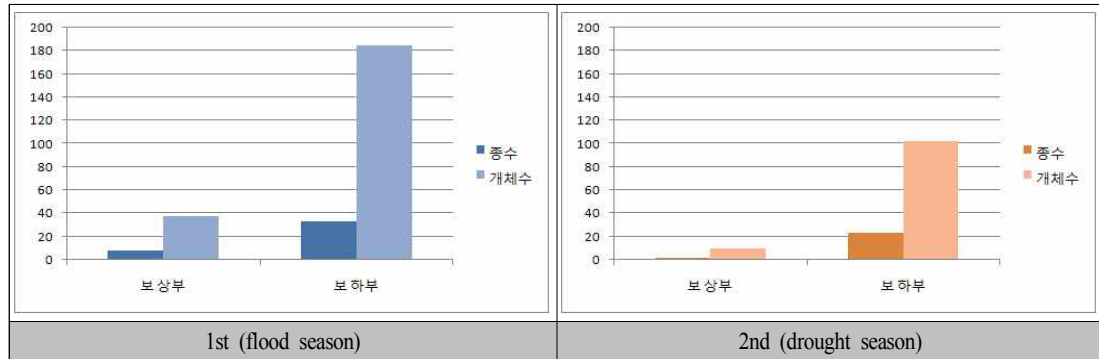


Fig. 8. Comparison of species and individuals inhabited in upstream and downstream of the weir without fish-way.

Table 7. Dominant index of benthic invertebrates in weirs with and without fish-way

Site	Time	Dominant species	Subdominant species	Dominant index
Weir with fish-way	Upper	1st <i>Physa acuta</i>	<i>Limnodrilus</i> sp.	0.48
		2nd <i>Limnodrilus gotoi</i>	<i>Limnodrilus</i> sp.	0.60
	Lower	1st Chironomidae sp.3	Chironomidae sp.2	0.47
		2nd Chironomidae sp.3	Chironomidae sp.2	0.53
Weir without fish-way	Upper	1st Chironomidae sp.1-red type	<i>Physa acuta</i>	0.74
		2nd Chironomidae sp.2	Chironomidae	1.00
	Lower	1st Chironomidae sp.3	Chironomidae sp.2	0.51
		2nd Chironomidae sp.3	Chironomidae sp.2	0.53

은 점유율을 나타내는 것으로 확인되어 본 조사 대상 수역이 전반적으로 오염되어 있는 것으로 판단되었다(Table 7).

결 론

함안천의 취수보 상·하류의 유량 및 수질 측정 결과는 1차 조사 시 어도가 설치된 취수보에서 상류의 유량이 많은 것을 제외하고는 1, 2차 조사 시 유량 및 수질은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 함안천에서 조사된 출현 식물상은 전체 29과 61속 14변종 67종 81분류군으로 이 중 어도가 설치된 취수보에서 조사된 출현 식물상은 전체 26과 55속 11변종 59분류군으로 귀화율은 20.4%이며, 어도가 없는 취수보에서는 전체 14과 30속 10변종 27종 38분류군으로 귀화율은 23.6%로 조사되었다. 조사 시기 동안 출현 어류상은 어도가 설치된 취수보 상·하류에서 각각 3과 8종 184개체, 5과 14종 664개체가 조사되었으며, 어도가 없는 취수보 상·하류에서는 각각 3과 9종 107개체, 9과 19종 520개체가

확인되었다. 함안천의 저서생물 현황은 1, 2차 조사 결과, 어도가 설치된 취수보와 어도가 없는 취수보 전체에서 총 3문 4강 9목 25과 44종 633개체가 조사되었으며, 이 중 연체동물문과 환형동물문은 각각 5종 75개체, 5종 32개체로 나타났고, 절지동물문은 34종 526개체로 절지동물에 해당하는 저서생물이 중수에서 차지하는 비율은 약 77%로 조사되었다.

조사대상지역의 수질은 용존산소(DO) 7.6~8.8mg/L, 수소이온농도(pH) 7.7~8.6, 부유물질(SS) 4.0~10.4mg/L, 생물화학적산소요구량(BOD) 0.6~1.8mg/L의 범위를 나타내었다. 이러한 범위는 생물등급(환경부, 2007)으로 “매우 좋음~좋음”에 해당되나 저서무척추동물과 어류는 “약간 나쁨” 수질 및 수생태계 생물등급에 해당되는 종들이 우점종 내지 아우점종으로 나타났다.

인용문헌

- 건교부. 2001. 자연친화적 하천정비기법 개발 보고서. pp. 390-391.
- 권오길. 1990. 한국동식물도감. 제32권 동물편(연체동물 I). 문교부.
- 김동욱. 2004. 환경영향평가. 도서출판 그루. pp. 190-193.
- 김익수. 1997. 한국동식물도감. 제37권 동물편(담수어류). 교육부.
- 김익수, 박종명. 2002. 한국의 민물고기. 교학사.
- 김훈수. 1977. 한국동식물도감. 제19권 동물편(새우류). 문교부.
- 국립수산진흥원. 2001. 한국새우류도감.
- 민덕기, 이준상, 고동범, 제종길. 2004. 한국패류도감.
- 박병권, 김완규. 2004. 식물도감. 지식서관.
- 윤일병. 1988. 한국동식물도감. 제30권 동물편(수서곤충류). 문교부.
- 윤일병, 공동수, 유재근. 1992d. 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가(I). 한국환경생물학회지 10: 24-39.
- 윤일병, 공동수, 유재근. 1992e. 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가(II). 한국환경생물학회지 10: 40-55.
- 윤일병. 1995. 수서곤충검색도설. 정행사.
- 정평립. 2003. 한국의 담수패류. 연학사.
- 최기철, 전상린, 김익수, 손영목. 1990. 원색한국담수어도감. 향문사.
- 최기철, 이원규. 1994. 우리 민물고기 백가지. 현암사.
- 최병래. 1992. 한국동식물도감. 제33권 동물편(연체동물 II). 문교부.
- 최여구. 1964. 조선의 어류. 과학원 출판사.
- 환경부. 1999. 국내여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발. 건설기술연구원. pp. 49-805.
- 환경부. 2007. 환경정책기본법시행령 별표1.
- 해양수산부. 2004. 하천에서의 수산자원 보호를 위한 어도시설 표준설계. 시공 등 표준모형개발 및 운영·관리제도 연구. pp. 143-211.
- Braun-Blanquet, J. 1965. Plant Sociology: The Sociology of Plant Communities, McGraw-Hill, N.Y. &

London, p.438.

Kawai, T. 1985. An Illustrated Book of Aquatic Insects of Japan. Tokai University Press.

McNaughton, S. J. 1966. Ecotype function in the Typha community type. Ecol. Monogr. 36:297-325.

Merritt, R. W. and K. W. Cummins. 1996. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. 3rd. ed. Kendall/Hunt Publ. Co.

요 약

본 연구는 2006년 6월부터 2006년 10월까지 함안천을 대상으로 취수보 상·하류의 생태환경을 조사하였다. 취수보 상·하류의 유량 및 수질 측정 결과는 1차 조사 시 어도가 설치된 취수보에서 상류의 유량이 많은 것을 제외하고는 1, 2차 조사 시 유량 및 수질은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 함안천에서 조사된 출현 식물상은 전체 29과 61속 14변종 67종 81분류군이었으며, 이 중 어도가 설치된 취수보에서 조사된 출현 식물상은 전체 26과 55속 11변종 59분류군이며, 어도가 없는 취수보에서는 전체 14과 30속 10변종 27종 38분류군이 조사되었다. 어류상은 어도가 설치된 취수보 상류에서 총 3과 8종 184개체가 확인되었으며 하류에서는 총 5과 14종 664개체가 조사되었다. 어도가 없는 취수보 상·하류에서는 각각 3과 9종 107개체, 9과 19종 520개체가 확인되었다. 저서생물 현황은 어도가 설치된 취수보와 어도가 없는 취수보 전체에서 총 3문 4강 9목 25과 44종 633개체가 조사되었다.

검색어 : 취수보, 어도, 생태환경