

경북지역 중소 하천에 설치된 수중보 현황 및 생태 환경 조사

이건직 · 성진욱 · 박제철 · 류재근*

금오공과대학교 환경공학과 · *한국자연환경보전협회

Statue and Ecological Environment of the Weir Constructed in River Basin, Gyeong-Buk Province

LEE, Geon Jik · Jin Uk SEONG · Je Chul PARK · Jae Keun RYU*

Department of Environmental Engineering, Kumoh National Institute of Technology

*The Korean Association for Conservation of Nature

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the weir constructed in river basin, Gyeong-Buk Province Statue and evaluate the ecological environment depending on the result of water quality analysis of upper stream, lower stream and richness, diversity, evenness. Study period was from June, 2008 to September, 2008 for two times. Study sites were selected as Nam stream(Kumho river water system) joined into the confluence of Kumho river in Suseong district meaho, Dae-Gu Metropolitan City and Nakwhaam stream(Neaseong stream water system) joined into the confluence of Neaseong stream in Bonghwa gun, Gyeong-Buk Province. Temp., pH, DO, EC, Turb., SS, BOD were conducted for analysis of water quality. The flora was investigated, as a result of that, the naturalized ratio was calculated. The richness, diversity, evenness were calculated by investigating fish Community. As a result of the evaluation of ecological environment, overall it is better lower stream than upper stream. But the study was conducted for a short period, it need to set up ecological environment by continuous monitoring and improving the problem.

Key words : weir, naturalized ratio, richness, diversity, evenness

서 론

보(淤, weir)는 취수, 수위 유지, 기타 이·치수 목적으로 하천에 주로 콘크리트, 사석 등의 재료를 이용하여 횡단으로 설치하는 공작물을 일컫는다. 보는 기초 지반에서 마루까지의 높이가 15m 이내이고 유량 조절을 목적으로 하지 않는다는 점에서 댐(dam)과 차별성을 갖는다(USBR, 1987). 또한 보는 하상의 침식 및 저하 방지, 하상 경사의 완화 등의 목적으로 하천에 설치되는 하상 유지공 또는 낙차 공과도 구별된다. 보는 설치목적에 따라 용수를 취수하는 취수보, 하천의 흐름을 분류하는 분류보,

하구에 설치하여 조류의 역류를 방지하는 방조보 등으로 나눌 수 있다. 이러한 보 중 하천의 수위를 유지하여 농업용수를 취수할 목적으로 조성된 취수보는 현재 국내에 약 18,000개 정도가 설치되어 있는 것으로 파악된다(농림부·한국농촌공사, 2005). 그러나 도시 인구 집중화에 따른 도심부의 확대에 의한 농경지의 도시화, 경작 방식의 변화에 의한 논농사 위주에서 비닐하우스 단지로의 변화와 같은 토지이용의 변화, 그리고 시설의 노후화 및 상부의 토사 퇴적 등으로 취수보 고유의 기능 및 용도가 상실되고 있는 실정이다. 용도 변경 또는 기능 상실된 보는 관리 소홀로 인해 대부분 하천에 그대로 존치되어 하천 생태 통로의 단절, 수질 악화, 수변 서식처 악화 등의 문제를 지속적으로 야기시키고 있다. 외국의 경우, 기능이 다한 보나 소형 댐은 물론 일부 기능이 있는 하천 횡단 시설물을 적극적으로 철거하여 하천 생태 통로의 확보 등 하천 복원을 추진한 사례가 있고, 소극적 방법으로 노후화된 보를 자연형으로 개량하여 수질 악화를 완화하고 생물 서식처를 확보하고 있는 추세이다(경기개발연구원, 2007). 농업용수를 취수할 목적으로 하도 내에 조성되는 크고 작은 보는 현재 국내에 약 18,000개 정도가 설치되어 농업용수 공급 시설로 이용되고 있다. 그러나 보의 축조에 따른 하천 생태 통로의 차단, 보 상류부의 수질 악화, 수변 생물 서식처의 변화, 하천 경관 훼손 등과 같은 환경적 문제는 익히 잘 알려진 문제이다. 이러한 보 중에는 극히 일부에 어도와 같은 생태통로가 인위적으로 설치되어 있지만 전체적으로는 매우 미미한 수준이다(한국건설기술연구원, 2007). 더욱이 도시 인구 집중화에 따른 도심부의 확대에 의한 농경지의 도시화, 경작 방식의 변화에 의한 논농사 위주에서 비닐하우스 단지로의 변화와 같은 토지이용의 변화, 대형 저수지의 축조 및 양수장 설치 등에 따른 취수 시설물의 통합, 시설의 노후화 등으로 매년 50~150개 정도의 보가 폐기되고 있다(한국농촌공사, 2005). 그러나 이렇게 폐기되는 보는 하천에 그대로 존치되어 하천 생태 통로의 단절, 수질 악화, 수변 서식처 악화 등의 문제를 지속적으로 야기시키고 있다(한국건설기술연구원, 2007). 그리고 하천의 연속성을 차단하여 하천의 물질 이동을 억제하고 많은 생물체를 고립시켜 생명력을 약화시키거나 유전자 교환을 단절시켜 저항력 있는 개체들의 지속을 불가능하게 하여 하천 생태계에 큰 영향을 미친다(김, 2006).

본 연구에서는 경북지역 중소 하천에 설치된 수중보의 현황을 조사하고, 수중보 상·하류의 수질 조사 및 생물 다양성 등의 물리적·화학적·생물학적 요인을 조사한 결과를 토대로 생태 환경평가를 실시하고자 한다.

재료 및 방법

1. 조사대상지 개요

1) 남천(금호강 수계)

본 연구는 2008년 6월, 2008년 9월 두 차례에 걸쳐 수행되었고, 연구대상지인 남천(금호강 수계)은 지방2급 하천으로써, 경상북도 경산시 남천면에서 발원하여 대구광역시 수성구 매호동 금호강 합류점에서 합류되어진다. 유역면적은 126.50 km²이며, 유로 연장 및 하천 연장은 각각 23.10, 18.95 km이다(Table 1). 본 연구에서는 남천의 하류지점에 위치한 어도가 설치된 수중보 및 어도가 없는 수중보 상·하류 4개 지점을 선택하여 수중보 현황을 파악하고 수질을 분석하였으며, 식물상과 어류 군집 등을 통해 생태 환경을 살펴보았다.

Table 1. Location of study site of Nam stream





Study Site	Nam stream 1	Nam stream 2
Location	N 35° 49 ' 7.5 " E 128° 43 ' 56.9 "	N 35° 50 ' 20.2 " E 128° 43 ' 43.3 "
Fish-way	The weir with a fish-way	The weir without a fish-way
Job site		
	From lower to upper	From lower to upper

Table 2. Location of study site of Nakwhaam stream

Study Site	Nakwhaam stream	Neaseong stream
Location	N 36° 51 ' 56.0 " E 128° 41 ' 12.3 "	N 35° 52 ' 51.7 " E 128° 41 ' 08.1 "
Fish-way	Weir with a fish-way	Weir without a fish-way
Job site		
	From lower to upper	From lower to upper

2) 낙화암천(내성천 수계)

본 연구는 2008년 6월, 2008년 9월 두 차례에 걸쳐 수행되었고, 본 연구대상지인 낙화암천(내성천 수계)은 지방2급 하천으로써, 경상북도 영주시 부석면에서 발원하여 경상북도 봉화군 봉화읍 내성천 합류점에서 합류되어진다. 유역면적은 95.40 km²이며, 유로 연장 및 하천 연장은 각각 29.00, 13.00 km 이다(Table 2). 본 연구에서는 낙화암천의 하류지점에 위치한 어도가 설치된 수중보 및 어도가 없는 수중보 상·하류 4개 지점을 선택하여 수중보 현황을 파악하고 수질을 분석하였으며, 식물상과 어류 군집 등을 통해 생태 환경을 살펴보았다.

2. 조사방법

취수보를 중심으로 상·하류간의 하천 형태, 하상 형태, 하천 시설물 등을 조사하였고, 수질과 유량 조사는 어도가 설치된 보의 상·하류, 어도가 없는 보 상·하류 4 지점에서 조사하였다. 분석 항

목으로는 수질 기본 항목인 temperature, pH, DO, conductivity, turbidity, SS로 6가지 항목이며, 유기물로서 BOD를 분석하였다. 채수한 시료는 4℃ 이하로 유지하여 즉시 실험실로 운반한 후 수질오염공정시험방법(환경부, 2005)에 준하여 측정하였고, 이에 제시되지 않는 항목은 Standard Method(APHA, 1999)에 따라 측정하였다.

식물상과 식생으로 우선 식물상은 하천의 양안을 걸으면서 수생, 정수, 하원역에 출현한 모든 식물의 종을 동정하여 정리하였으며, 식생조사는 Braun-Blanquet에 의한 방형구법과 belt-transect를 이용한 하천 단면조사이다. 방형구의 크기는 5×5m이다. 각 수계에서 2곳의 지점을 선정하여 각 belt-transect를 위한 조사구는 보에 의한 직접적인 영향을 조사하기 위하여 보를 중심으로 상류 50m, 하류 50m 지점과 보에서 하류 150m 지점을 선정하였다. 각 조사지점은 물리적 변동이나 하천 특유의 식물이 많이 출현하는 곳을 선정하여 정수역에서 제방의 마루 끝까지 하천을 횡단하는 belt를 설치하고 belt를 중심으로 좌우 1m 이내에 출현하는 물을 동정하여 야장에 정리하였다. 식물의 환경성 평가는 식물군락, 생활형과 귀화율 등을 활용하였으며, 그 근거는 고와 김(1989), 박(1999), 이(1996), 이(1985, 2003)에 따랐다.

수서생태계에 있어 최고 소비자의 역할을 담당하는 어류는 다른 생태분야 자료들과의 연관성은 물론 수환경을 정확하게 평가하기 위한 기타 물리, 화학적 조사 자료들과의 상호 보완적인 역할을 수행하고 있다. 조사방법은 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 동정하였고, 분류체계는 Nelson(1994)에 따라 정리하였다. 금호강, 내성천수계의 보 상·하류에서 조사된 어류 군집의 분석은 각 지점별로 다양도, 균등도, 풍부도를 산출하였다.

결과 및 고찰

1. 수중보의 현황

1) 남천(금호강 수계)

남천에 시설된 보는 모두 22개이며, 이 중 어도가 시설된 보는 2개소이다. 보 1은 길이가 32.4 m이고, 격벽높이가 1.2 m이며, 격벽의 개수는 15개이고, 폭은 2.0 m로 조사되었다. Fig. 1에 나타난 바와 같이 보의 중앙에는 계단식 어도로 되어 있고, 어도 입구가 하류 하천 수위와 연결되지 않아 하천 수위가 높아지는 일부 시기에 소상이 있을 수 있다. 하지만 어도의 경사가 가파르고 격벽간 낙차가 커서 이동이 어렵기 때문에 입구부와 낙차를 조정해야 할 것으로 판단된다. 보 2의 길이는 2.5 m이고, 폭은 5.0 m이다. Fig. 2에 나타난 바와 같이 보의 중앙에 평면 수로식으로 어도를 설치하였으나, 전혀 어도로 기능을 할 수 없는 기울기와 구조이므로 재시공되어야 할 것으로 사료된다.

2) 낙화암천(내성천 수계)

낙화암천에 시설된 보는 모두 25개이며, 이 중 어도가 시설된 보는 1개소이다. 낙화암천의 보는 길



Fig. 1. Weir 1 with a fish-way of Nam stream.



Fig. 2. Weir 2 with a fish-way of Nam stream.

이가 15.0 m이고, 격벽 높이가 1.3 m이며, 격벽의 개수는 8개이고, 폭은 4.0 m로 조사되었다. Fig. 3에서 알 수 있듯이 우안에는 도벽식 어도로 되어 있고 격벽의 일부를 상부로 꺾어 버티컬 슬롯 형태와 비슷하게 조성되어 있었다. 낙차 3.8 m에 도벽식 어도를 가파른 경사로 조성하여 유속이 빠르고 어도 출구부의 단차가 커서 어도 기능을 하지 못하기 때문에 어도 형식을 변경하여 재시공하여야 할 것으로 사료된다. 내성천에 시설된 보는 모두 31개이며, 이 중 어도가 시설된 보는 3개소이다. 보 1은 길이가 15.0 m이고, 격벽 높이가 0.7 m이며, 격벽의 개수는 13개이고, 폭은 2.6 m로 조사되었다. Fig. 4에 나타난 바와 같이 도벽식 어도로 설치되어 있고, 상류의 출구부에는 각락을 끼우게 되어 있어 각락이 있을 경우 낙차가 발생할 것으로 보이나 현재는 각락이 없어 경사가 크지 않은 것으로 조사되었다. 하류의 일부 구간에는 퇴적으로 유로가 차단되었으나, 어류의 소상에는 큰 문제가 되지 않은 것으로 보이나, 어도 외로 흐르는 유량이 많아 어류가 어도 입구를 찾기 어려울 것으로 판단되므로 어도 옆으로 흐르는 유로는 차단해야 할 것으로 보인다. 보 2는 길이가 16.0 m이고, 격벽 높이가 0.4 m이며, 격벽의 개수는 13개이고, 폭은 2.6 m로 조사되었다. Fig. 5에 나타난 바와 같이 좌안에는 도벽식 어도로 되어 있고,



Fig. 3. Weir with a fish-way of Nakwhaam stream.



Fig. 4. Weir 1 with a fish-way of Neaseong stream.



Fig. 5. Weir 2 with a fish-way of Neaseong stream.



Fig. 6. Weir 3 with a fish-way of Neaseong stream.

상류의 출구부에는 각각에 의해 낙차가 크고 하류의 어도 입구는 퇴적으로 어도 기능을 하지 못하기 때문에 격벽의 높이를 조정하여 변경해야 할 것으로 사료된다. 보 3은 길이가 14.3 m이고, 격벽 높이가 0.6 m이며, 격벽의 개수는 9개이고, 폭은 2.8 m로 조사되었다. Fig. 6에서 알 수 있듯이 좌안에는 도벽식 어도로 되어 있고 낙차 6.3 m에 도벽식 어도를 가파른 경사로 조성하여 유속이 빠르고 단차가 커서 어도 기능을 하지 못하므로 어도 형식을 변경하여 재시공하여야 할 것으로 보인다.

2. 유량 및 수질분석

1) 남천(금호강 수계)

남천의 유량 및 수질 분석 결과는 Table 3에 나타난 바와 같다. 1차 조사 결과, 유량은 어도가 설치된 수중보의 경우 대형 수중보에 의해 물을 체류시키고 좌안의 어도를 통해 방류시키고 있어 상류에서 유입되는 유입 유량의 1/2 정도만 방류하는 것으로 나타났다. 그러나 어도가 없는 소형의 자유낙차 수중보는 거의 체류가 없어 상류의 수량이 하류로 대부분이 그대로 이동하는 것으로 나타났다. 2차 조사 결과, 어도가 설치된 수중보 및 어도가 없는 수중보 상·하류간의 유량의 변화는 거의 없는 것으로 나타났다. 1차 수질 조사 결과 temperature, DO, pH, conductivity($\mu\text{s}/\text{cm}$), BOD는 수중보 상·하류간의 차이가 거의 없는 것으로 나타났고, 수중보에 의해서 SS 농도는 상류가 높고, 하류가 낮게 나타났다. 2차 수질 조사 결과, 어도가 설치된 수중보 상류에서 temperature, DO, pH, conductivity($\mu\text{s}/\text{cm}$)가 하류보다 높게 나타났으며, 탁도 및 SS는 1차 조사 결과와는 반대로 하류가 높은 농도로 조사되었다. 어도가 없는 수중보에서는 conductivity($\mu\text{s}/\text{cm}$)를 제외한 전 항목에서 수중보 상류의 농도가 하류보다 높게 나타났다.

2) 낙화암천(내성천 수계)

낙화암천, 내성천의 유량 및 수질 측정 결과는 Table 4에 나타난 바와 같다. 1차 조사 결과 홍수기 로써, 유량은 어도가 설치된 수중보의 경우 대형 수문보에 의해 물을 체류시키고 우안의 어도를 통해

Table 3. Flow rate and water quality in Nam stream

Parameter	Site	Nam stream 1				Nam stream 2			
		1st		2st		1st		2st	
		Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower
Flow rate (m ³ /s)		0.61	0.33	0.11	0.07	0.38	0.37	0.04	0.02
Temperature (°C)		25.3	25.0	24.8	23.8	24.9	24.6	24.7	22.3
DO (mg/L)		7.8	8.3	10.2	9.4	7.9	8.7	10.3	9.9
pH		9.5	8.9	10.7	9.7	9.0	8.7	10.1	8.6
Conductivity (μs/cm)		271.5	288.2	372.8	309.6	291.4	300.9	336.1	417.7
Turbidity (NTU)		4.1	3.3	1.0	1.3	3.2	2.2	5.4	3.2
SS (mg/L)		9.1	6.8	2.4	4.4	9.6	4.1	11.6	6.0
BOD (mg/L)		1.7	1.7	1.8	1.7	1.0	1.9	2.9	2.4

방류시키고 있었으며, 상류의 유입 수량보다 방류 수량이 약간 많은 것으로 나타났다. 그러나 어도가 없는 자유낙차 수중보는 배사구를 통해 방류시키고 있어 일부가 체류되어 상류의 수량이 하류의 유량보다 많게 나타났다. 2차 조사 결과 갈수기로써, 유량은 어도가 설치된 수중보의 경우 대형 수중보에 의해 물을 체류시키고, 우안의 어도를 통해 방류시키고 있어, 상류의 유입 수량 중 일부가 방류되는 것으로 나타났으며, 어도가 없는 수중보의 경우 하류의 유량이 약간 높게 나타났다. 1차 수질 조사 결과 temperature, DO, pH, conductivity(μs/cm)는 수중보 상·하류간의 차이가 거의 없는 것으로 나타났다, 어도가 설치된 수중보의 SS 농도는 상류가 높고, 하류가 낮게 나타났으나, 어도가 없는 수중보에서는 반대로 나타났다. 2차 수질 조사 결과 전 항목에서 수중보 상·하류간의 차이가 거의 없는 것으로 조사되었다.

Table 4. Flow rate and water quality in Nakwhaam stream

Parameter	Site	Nakwhaam stream				Neaseong stream			
		1st		2st		1st		2st	
		Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower
Flow rate (m ³ /s)		0.92	1.09	0.63	0.47	0.95	0.74	0.49	0.58
Temperature (°C)		21.8	21.8	18.2	17.4	21.8	21.7	17.3	18.1
DO (mg/L)		7.4	7.7	8.4	8.7	7.6	7.7	7.8	7.6
pH		7.7	7.9	7.7	8.2	7.8	7.5	8.0	8.0
Conductivity (μs/cm)		175.0	170.7	160.5	155.1	161.5	163.4	152.3	154.3
Turbidity (NTU)		2.3	1.7	1.1	1.5	1.7	1.9	0.8	0.8
SS (mg/L)		3.9	3.3	3.4	3.7	2.3	2.8	2.0	2.0
BOD (mg/L)		0.7	1.1	0.7	0.8	1.0	0.8	0.9	1.1

3. 식생조사

1) 남천(금호강 수계)

출현 식물상은 1차, 2차 조사 결과, 조사지점 전체에서 29과 77속 85종 11변종으로 총 96종류이다. 이 중 귀화식물은 20종류이며, 귀화율은 20.8%이다. Nam stream 1에서는 66분류군, 귀화율 27.3%, Nam stream 2에서는 62분류군, 귀화율 25.8%로 나타났다. 보 상·하류에서의 식물종 수와 귀화율을 비교하면 보의 상류보다 하류의 종다양성이 높고, 귀화율도 다소 높은 것으로 조사되었다(Table 5).

2) 낙화암천(내성천 수계)

낙화암천은 경북 봉화군 적덕리의 낙화암천 최하류 보로서 하상은 모래로 되어 있으며, 어도가 설치되어 있으나 최근에 설치된 보다. 출현 식물상은 1차, 2차 조사 결과, 16과 41속 41종 11변종으로 포함 51종류이다. 이 중 귀화 식물은 9종류이며, 귀화율은 17.6%이다. 보를 중심으로 상류와 하류의 식물상은 하류에서 다양한 것으로 나타났다. 내성천은 경북 봉화군 적덕리의 내성천 최하류 보로서 하상은 대부분 모래 및 자갈로 되어 있으며, 어도가 설치되어 있지 않다. 출현 식물상은 1차, 2차 조사 결과, 낙화암천, 내성천 전체에서 31과 58속 9변종 1품종으로 포함 75종류이다. 이 중 귀화식물은 8종류이며, 귀화율은 10.7%이다. 보를 중심으로 상하 50 m내에 환경부 특정식물 1등급으로 지정된 왕버들이 분포하고 있다(Table 6).

Table 5. Status of naturalized plant in Nam stream

Biological index	Nam stream 1							Nam stream 2							Total
	Upper 50 m		Lower 50 m		Lower 150 m		St.1	Upper 50 m		Lower 50 m		Lower 150 m		St.2	
	June	Sep.	June	Sep.	June	Sep.		June	Sep.	June	Sep.	June	Sep.		
N.P.N	6	4	3	6	8	5	18	3	2	5	6	5	6	16	20
T.S.U	28	19	9	35	44	31	66	13	16	26	26	21	19	62	96
N.R(%)	21.4	21.1	33.3	17.1	18.2	16.1	27.3	23.1	12.5	19.2	23.1	23.8	31.6	25.8	20.8

*N.P.N: Naturalized plant number, *T.S.U: Total species number, *N.R(%): Naturalized ratio

Table 6. Status of naturalized plant in Nakwhaam stream

Biological index	Nakwhaam stream							Neaseong stream							Total
	Upper 50 m		Lower 50 m		Lower 150 m		St.1	Upper 50 m		Lower 50 m		Lower 150 m		St.2	
	June	Sep.	June	Sep.	June	Sep.		Sep.	June	Sep.	June	Sep.	June		
N.P.N	1	6	2	1	2	1	9	5	5	5	5	2	4	-	8
T.S.U	6	18	29	21	7	12	51	36	21	53	18	16	21	-	75
N.R(%)	16.7	33.3	6.9	4.8	28.6	8.3	17.6	13.9	23.8	9.4	27.8	12.5	19.0	-	10.7

*N.P.N: Naturalized plant number, *T.S.U: Total species number, *N.R(%): Naturalized ratio

Table 7. Status of fishes diversity in Nam stream

Biological index	Nam stream 1						Nam stream 2					
	Upper			Lower			Upper			Lower		
	1st	2st	Total	1st	2st	Total	1st	2st	Total	1st	2st	Total
S.D	0.61	0.32	0.44	0.89	0.61	0.65	0.37	0.24	0.52	0.31	0.24	0.73
S.R	3.59	1.05	2.03	6.38	2.55	4.43	1.14	2.78	2.18	1.83	4.14	4.57
S.E	0.21	0.19	0.14	0.12	0.1	0.07	0.22	0.09	0.17	0.07	0.02	0.07

*S.D : Species diversity, *S.R : Species richness, *S.E : Species evenness

4. 어류 조사

1) 남천(금호강 수계)

출현 어류상은 1차, 2차 조사 결과, 남천 1에서는 보 상류에서 2과 5종 93개체가 확인되었으며, 보 하류에서는 6과 15종 1,437개체가 확인되었다. 남천 2에서는 보 상류에서 2과 5종 69개체가 확인되었으며, 보 하류에서는 4과 16종 1,919개체가 확인되었다. 남천 1은 어도가 있으나 보가 매우 낮고, 남천 2는 어도가 없는 수중보이다. 남천 1에서는 상류에서 0.44, 하류에서 0.65를 나타내었는데, 상류보다 하류에서 다양성과 종 풍부도가 높은 것으로 나타났다. 남천 2의 경우 종 다양도는 상류가 0.52, 하류가 0.73을 나타내었다(Table 7).

2) 낙화암천(내성천 수계)

화암천의 하상바닥은 100% 모래로 되어 있고 보 상·하류에 물이 거의 없으며, 어류 서식공간이 매우 협소한 편이다. 보 상류는 모래가 보 상단까지 퇴적되어 수역이 거의 없는 상태이다. 따라서 1, 2차 조사에서 버들치 1종 16개체만이 유일하게 확인되었다. 보 하류의 경우 피라미가 우점하고 버들치가 아우점하며, 4과 11종 428개체가 확인되었다. 낙화암천의 경우 보에 어도가 설치되어 있으나 수량이 거의 없기 때문에 어도의 기능을 하지 못하고 있으며, 상·하류간 단절에 의하여 종 조성이 매우 다르게 나타났다. 보 하류에서 멸종위기 1급 종인 흰수마자 4개체가 확인되었으며, 멸종위기종의 분포

Table 8. Status of fishes diversity in Nakwhaam stream

Biological index	Nakwhaam stream						Neaseong stream					
	Upper			Lower			Upper			Lower		
	1st	2st	Total	1st	2st	Total	1st	2st	Total	1st	2st	Total
S.D	0.15	0	0.13	0.14	0.64	0.14	0	0	0	0.41	0.57	0.58
S.R	1.3	0	1.24	1.45	4.94	5.51	0	0	0	2.57	3.44	3.8
S.E	0.08	-	0.07	0.05	0.06	0.01	-	-	-	0.08	0.1	0.08

*S.D : Species diversity, *S.R : Species richness, *S.E : Species evenness

와 보존 방안을 위한 상세한 연구가 필요하다. 출현 어류상은 1차, 2차 조사 결과, 내성천에서는 보 상류에서 1과 3종 41개체가 확인되었으며, 보 하류에서는 5과 17종 803개체가 확인되었다. 내성천 수계의 경우 내성천은 어도가 없는 지역이며, 낙화암천은 어도가 있으나 보 상류에 퇴적물이 쌓여 어도의 기능을 수행하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 두 지역 모두 상류보다는 하류의 어류상이 풍부하며 종다양도 역시 높은 것으로 나타났다(Table 8).

결 론

주요 지천에 대한 수중보의 수생태계에 미치는 영향을 조사한 결과를 보면 아래와 같이 요약할 수 있다.

- 수중보 위치와 어도 설치 유무 등을 확인한 결과, 수중보와 어도의 설치 및 관리가 제대로 이루어지지 않고 있는 상태였다.
- 하천에 수중보는 이·치수 및 농업용 용수 확보를 위해 무분별하게 설치된 사례가 많았으며, 어도는 어류의 이동을 고려하지 않고 경관만을 고려한 경우가 많았다.
- 대부분의 하천에서 수중보에 어도가 설치되어 있지 않았으며, 하나도 설치되지 않은 하천도 2곳으로 확인되었다.
- 조사된 어도의 설치에서 어류의 이동을 고려하지 못한 설계로 이동통로로 활용되고 있지 못하며, 어도가 설치된 수중보 전·후에 어도가 설치되어 있지 않아 연결성이 단절되어 어류의 다양성 증진을 기대하기 어려운 상황이었다.
- 수중보 주변의 생태계 조사에서는 어도가 설치된 수중보는 어류의 다양성이 높았으며, 어도가 없는 수중보는 일부 종이 우점하여 풍부성이 높은 것으로 나타났다.
- 단기간의 조사로 낙동강 내 전체적인 수중보의 현황을 파악하기 어려웠으며, 수중보와 어도의 설치 현황 및 수생태계 조사는 지속적인 모니터링이 필요한 것으로 사료된다.

수중보 조사 결과, 수중보 및 어도의 설치 위치가 경관을 고려한 경우가 많아 제 역할을 하지 못하고 있으며 예상보다 많은 수중보가 지천에 산재하고 있음을 알 수 있었다. 수중보의 생태계 영향 조사에서는 어도의 설치 및 설계가 적절히 이루어지지 않은 많은 사례들을 발견하였다. 본 연구를 토대로 인공구조물(수중보)에 대한 평가 및 개선방안을 제시하면 아래와 같이 요약할 수 있다

- 수중보 현황 조사에서 농촌지역은 농업용수 취수를 위한 보, 도시지역에 위치한 보는 하천 주변의 경관 형성과 고수 부지의 활용성 증대를 목적으로 설치한 사례가 많았다.
- 조사된 수중보에서 어도의 역할을 평가한 결과, 어도 설계의 문제점 및 관리 부족으로 인하여 어도의 기능을 하지 못하는 문제점이 많이 드러났다.
- 수중보의 영향 조사에서는 보 및 낙차공에 의하여 수생태계에서 생태적 활동성의 변화와 생물 서식처에 영향이 많은 것으로 나타났으며, 어류 생태계의 단절을 야기한 것으로 평가되었다.

- 본 조사에서는 보의 상류보다 하류에서 생물 다양성이 높고 어도의 유무에 상관없이 생물서식 환경이 좋은 것으로 나타났으나, 단기간의 조사이므로 향후 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 경기개발연구원. 2007. 경기도 지방하천의 보 실태 및 관리방안. 3.
고경식, 김윤식. 1989. 원색한국식물도감.
김익수. 1997. 한국동식물도감. 제37권 동물편(담수어류). 교육부.
김인택. 2006. 호소의 생물상(우포) 보고서.
한국농촌공사. 2005. 농업생산기반정비사업통계연보. 농림부.
박수현. 1999. 한국귀화 식물원색도감. 일조각.
이창복. 1985. 한라산의 특산 및 희귀식물 분포.
이창복. 2003. 원색대한식물도감(상, 하). 향문사. 914. 910.
이영노. 1999. 한국식물도감.
최기철, 전상린, 김익수, 손영목. 1990. 원색한국담수어도감. 향문사.
한국건설기술연구원. 2007. 기능을 상실한 보 철거를 통한 하천생태통로 복원 및 수질개선 효과. 3차년도 중간보고서. 3.
환경부. 2005. 수질오염공정시험법.
APHA, AWWA and WPCF. 1999. Standard Method for Examination of water and waste water. 20th edition. New York, USA.
United States Bureau of Reclamation. 1987. Design of Small Dams, New York University Press. NY.

요 약

본 연구는 경북지역 중소 하천에 설치된 수중보의 현황을 조사하고, 수중보 상·하류의 수질 조사 및 생물 다양성 등의 물리적·화학적·생물학적 요인을 조사한 결과를 토대로 생태 환경 평가를 실시하고자 수행되었으며, 조사는 2008년 6월과 2008년 9월 두 차례에 걸쳐 수행되었다. 조사대상지는 경상북도 경산시 남천면에서 발원하여 대구광역시 수성구 매호동 금호강 합류점으로 합류되어지는 남천(금호강 수계, 지방 2급 하천)과 경상북도 영주시 부석면에서 발원하여 경상북도 봉화군 봉화읍 내성천 합류점에서 합류되어지는 낙화암천(내성천 수계, 지방2급 하천)으로 선정되었다. 수질 분석은 기본항목인 temperature, pH, DO, conductivity, turbidity, SS로 6가지이며, 유기물로서 BOD를 분석하였다. 현장에서 식물상을 파악하였고 결과를 토대로 귀화율을 산정하였으며, 어류 군집을 파악하여 다양도, 균등도, 풍부도를 산출하였다. 분석한 결과를 바탕으로 생태 환경을 평가한 결과, 남천, 낙화암천, 내성천에서 보 상·하류에서의 식물종 수와 귀화율을 비교하면 보의 상류보다 하류의 종다양성이 높고, 귀화율도 다소 높은 것으로 조사되었다. 어류 또한 남천, 낙화암천, 내성천에서 하류의 어류상이 풍부하며 종다양도 역시 높은 것으로 나타났다. 전반적으로 생물서식환경이 좋은 것으로 나타

났으나, 단기간의 조사이므로 향후 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 사료된다. 지속적인 모니터링을 통해 다양한 데이터베이스를 구축하고 수중보의 문제점을 보완하여 보다 나은 하천생태 환경 조성에 이바지하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

검색어 : 수중보, 귀화 식물, 귀화율, 종풍부도, 종다양도, 종균등도