

해수 투입에 따른 동천 주변 환경 개선 평가를 위한 어류상 변화 및 관리 방안

곽석남* · 김동명 · 정용현†
(환경생태공학연구원 · †부경대학교)

Management for Improvement in Water Quality and Change of Fish Assemblage in Urban Dong Stream with Input of Seawater

Seok-Nam KWAK* · Dong-Myung KIM · Yong-Hyun CHUNG†
(*Environ-Ecological Engineering Institute · †Pukyong National University)

Abstract

The chemical water quality and fish assemblage of Dong Stream to assessment of environmental improvement after discharge seawater were investigated from July to December 2013. BOD and DO were significantly different between before and after discharge seawater, while pH and SS did not significant. A total of 11 fish species, 218 individuals and 10,525.1g were collected. Dominant fish species were *Mugil cephalus*, *Konosirus punctatus*, *Acanthogobius flavimanus* and *Leiognathus nuchalis* which account for 77.5% of total individuals collected, and they were estuarine species. Peak number of species and individuals, and biomass occurred in September, whereas diversity index were highest in November. The water ecosystem of Dong Stream have been changed estuarine environment. As a result of stream assessment on water quality and ecosystem, water quality have been improved as 'III' grade. These results suggested that stream restoration policies such as drain pipes maintenance, management of pollution sources and riverbed dredging to improve environment and recover habitate of Dong Stream were need for set up and establishment of regular monitoring system.

Key words : Dong stream, Fish assemblage, Water quality, Monitoring system

I. 서론

도시하천은 도시 속 한정된 자연자원으로 고대 문명의 발원에서부터 근대의 산업도시에 이르기 까지 문명의 자원으로 도시발전에 기여해 왔다. 하지만 도시발전에 치중한 결과, 하수에 의한 오염 및 유지용수 부족 등으로 도시하천은 지역사회의 심각한 환경문제를 야기하고 있다. 부산의 대표적인 도시하천으로 주거밀집지역과 시가지

중심지를 관통하는 동천은 1970년대 이후 경제성장 일변도의 제반정책에 따른 지역개발로 생활하수와 각종 폐수가 배수되는 하수구로 전락하게 되었고, 아울러 도로나 주차장 용도로의 필요성에 따라 상당 구간이 복개되어 복개 내부로 오염원 유입관리가 쉽지 않고 비가 오면 쉽게 오염이 심화되는 등 하천관리가 쉽지 않은 실정이다 (Busan Metropolitan City, 2007). 이에 부산광역시

† Corresponding author : 051-629-6543, chungyh@pknu.ac.kr

* 이 논문은 부산녹색환경지원센터 연구개발사업비(2013년)에 의해 연구되었음.

에서는 동천의 하천환경개선을 위해 하수관거 정비, 주변녹화 및 산책로 설치, 친수공간 조성 등의 종합환경정비사업을 진행하고 있으며, 하천수질개선 및 유지용수 확보의 일환으로 2010년 5월부터 부산 북항의 해수 5만톤을 끌어올려 광무교 3만톤/일, 범4호교 1만톤/일, 범3호교 1만톤/일을 투입하고 있다.

우리나라에서 도심형 하천의 환경개선 사례들을 살펴보면, 한강지류인 양재천은 1970년대 하천정비사업 및 주거단지 조성으로 인해 생활하수의 증가, 직강화에 따른 건천화로 수질이 악화되어 생물 서식처로서의 기능을 상실하였다. 이후 저수로 선형, 저수로 호안, 하상 정비 등의 자연형 하천공법을 적용하여 수질개선 및 생물 서식처가 회복되었다(Gangnam-Gu, 2004; River Restoration Society, 2006). 부산광역시의 온천천은 지하철이 지나는 교각을 보호하기 위해 교각아래에 콘크리트라이닝을 실시하여 하천의 기능을 상실하였으며, 하천의 직강화와 복개로 인하여 하천의 생태계가 파괴되고 각종 오물투기와 생활하수의 유입으로 하수관화 되었다. 하지만 90년부터 시작된 공공근로사업을 시작으로 1997년 온천천 살리기 운동과 1999년 복개된 콘크리트구조물을 걷어내고 시작한 하천복원공사를 시작으로 수질이 개선되기 시작하였고, 용수확보를 위해 2005년 낙동강 물을 통수하기 시작함으로써 수질개선의 효과가 나타났다(Busan Metropolitan City, 2004). 또한 이전의 삭막한 하천의 모습에서 친수공간으로 변화를 시도하여 자전거 도로와 각종 편의시설, 운동시설을 설치하여 시민들이 찾는 공간으로 변모하였다(KRA, 2006).

한편, 국외의 경우 일본의 도톤보리천은 오사카시를 대표하는 하천으로 도심남부에 남아있는 귀중한 수변공간으로 오사카시는 하천변 근처 호안에 산책로를 정비하고, 양호한 수변환경을 만드는 수변정비사업을 추진하였다. 이 사업의 일환으로 도톤보리천에 수문을 설치하여 수면을 일정하게 유지하고, 갑문을 설치하여 배의 운항이

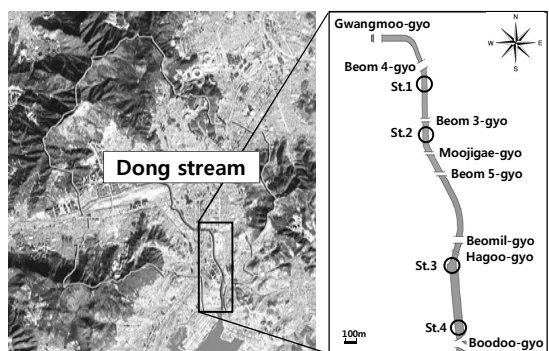
가능하도록 하고 있다. 그리고 수문조작으로 오염된 하천수 유입을 방지하고, 깨끗한 물을 도수하여 수질을 정화하고 있다. 또한 수변정비사업으로 조성된 수변공간은 보도공간과 입체광장이 일체적으로 정비됨으로써 여유 있는 광장공간이 확보되었다.

이와 같이 우리나라와 일본에서 도심형 하천환경개선의 사례가 많지만, 수생태계 건강성 평가를 위한 연구는 미흡한 실정이다. 본 연구는 해수 도수를 통하여 하천 환경개선 사업이 진행 중인 동천에서 이화학적 수질과 어류상을 조사하여 수생태계 건강성을 평가하였다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상지 선정

해수 투입(2010년 5월 이후)에 따른 동천의 생물상 변화를 파악하기 위해 [Fig. 1]에 나타난 바와 같이 2013년 7월부터 12월까지 해수가 투입되는 2정점(범3호교, 범4호교)과 범일교 옆 하구교 1정점, 그리고 해수 취수구이자 동천의 최하류지점인 1정점(북항 입구)을 선정하여 총 4개의 정점에서 조사를 실시하였다.



[Fig. 1] Map of study area in Dong Stream, Busan.

2. 조사방법

해수 투입 전후 생태계 건강도에 영향을 미치는 수질 요인의 변동을 파악하기 위하여 2008년

1월에서 2013년 12월까지 동천 4개 지점(광무교, 범4호교, 범3호교, 범일교)에서 측정된 우리나라 하천수질환경기준(환경부)인 pH, 생물화학적산소 요구량(BOD), 부유물질(SS), 용존산소(DO), 대장균군수를 조사하였다. 이 중 총대장균군수는 대부분 조사에서 우리나라 하천수질환경기준인 5,000 MPN/mL를 초과하여 제외하였다. 수질자료는 부산광역시 보건환경연구원 월별 수질측정망 운영자료를 사용하였고, 4개 지점에서 큰 차이를 보이지 않았기 때문에 4지점 평균값으로 나타내었다(<http://waterinfo.busan.go.kr>). 또한 어류 채집시 현장에서 휴대용 수질측정기(Thermo Electron Co. Ltd)를 이용하여 수온과 염분을 측정하였다.

어류의 종조성 및 출현량을 정량적으로 파악하기 위하여 삼중자망을 이용하였다. 삼중자망은 1폭이 20m이며, 4폭의 그물을 2~3일 동안 설치한 후에 채집하였다. 채집된 어류는 10% 중성포르말린으로 고정된 후, 실험실에서 분류, 동정 및 출현량을 측정하였다. 출현량은 개체수 및 생체량(g)을 이용하였으며, 각 개체별로 표준체장(cm SL)을 측정하였다. 어류의 분류 및 동정은 Masuda 등 (1984), Kim 등 (2005)을 참고하였다. 어류의 종 표기는 과(family)와 목(order)까지 하였다. 월별 어류의 종조성 자료를 이용하여 Shannon-Weaver의 종다양성지수(H')를 산출하였다 (Shannon and Weaver, 1949).

$$H' = -\sum (n_i/N) \log(n_i/N)$$

여기서, n_i 는 i 번째 종의 개체수를 나타내며 N 은 출현개체수를 나타낸다.

어류를 이용한 생태계 건강도 평가 모델은 어류생물지수(IBM, Index of Biotic Integrity)를 이용한 환경부의 물환경종합평가개발 조사연구(NIER, 2006) 및 수생태계 건강성 조사계획 수립 및 지침(KSWE, 2007)의 어류 평가 8-메트릭 모델의 모델값 합계에 의거하여 산정하였다. 모델값은 등급에 따라 1, 3, 5를 적용할 수 있고, 본 연구지역은 소형 하천(1-2차 하천)의 모델 메트릭을 적

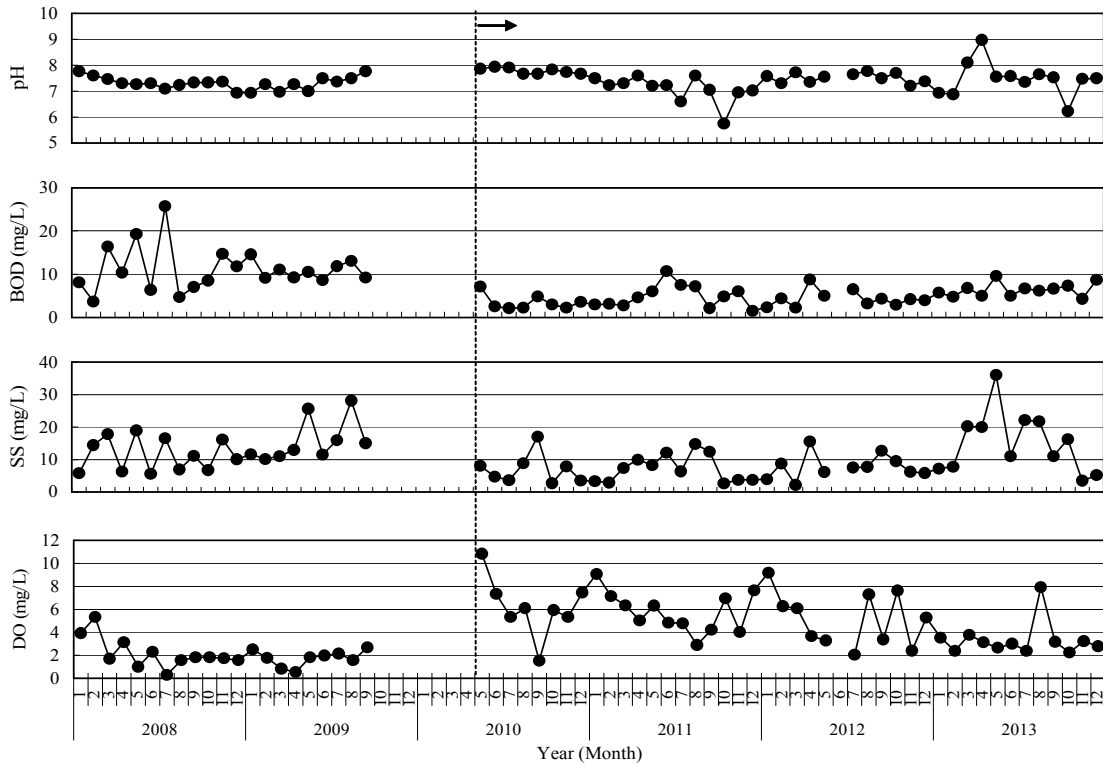
용하였다. 어류생물지수를 도출하는 8개 메트릭은 M1 (총 토종수), M2 (여울성 저서종수), M3 (민감종수), M4 (내성종의 비율), M5 (잡식종의 비율), M6 (충식종의 비율), M7 (총 개체수), M8 (비정상종의 비율)이다. 본 조사에서 채집된 어종은 모두 대부분은 기수성 어종으로 대부분 담수성 어종을 대상으로한 8-메트릭에 정확히 적용하기 힘들었다. 따라서 다음 기준에 의해 어류생물지수를 산정하였다. 총 토종수(M1)의 경우 본 조사에서 출현한 모든 종은 기수성 어종이었기 때문에 모델의 중간 값인 '3'을 적용하였다. 그리고 본 조사에서 출현한 모든 종은 중간종으로 구분되어 여울성 저서종(M2), 민감종(M3), 내성종(M4)은 없었으며, 비정상종(M8) 또한 없었다. 출현한 어종의 식성은 기존 문헌을 이용하여 구분하였다. 어류를 이용한 수질평가기준 등급은 청정상태(A, IBI 36~40), 양호상태 (B, 28~34), 보통상태(C, 18~24), 불량상태(D, <14)의 4등급으로 구별하였다.

해수 투입 전후의 이화학적 수질 특성은 t-test ($p < 0.05$)를 이용하여 검증하였다. 월별, 정점별 어류 현존량의 차이는 ANOVA를 이용하여 분석하였고, Tukey's HSD를 통하여 사후검정을 하였다. 통계분석을 위하여 SPSS v18 프로그램을 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 이화학적 수질

2008년 1월부터 2013년 12월까지 월별 이화학적 수질변동을 [Fig. 2]에 나타내었다. 평균 pH는 5.75~8.98의 범위를 보였고, 해수 투입전후 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.281$). 평균 pH는 월별 큰 변동을 보이지 않았지만, 2011년 11월, 2013년 4월과 10월에는 이상치를 보였다. BOD는 1.5~25.7 mg/L의 범위로 큰 변동을 보였는데, 해수 투입 전에 4.7~25.7 mg/L (평균 11.1 mg/L),



[Fig. 2] Monthly variations in pH, BOD, SS and DO between 2008 and 2013 in Dong Stream, Busan.

투입 후 1.5~10.7 mg/L (평균 4.9 mg/L)로 해수 투입 후 BOD 값이 낮아 졌음을 알 수 있었다 ($p < 0.001$). 부유물질(SS)은 2.1~36.1 mg/L의 범위를 보였고, 해수 투입전후 유의한 차이를 나타내었다 ($p < 0.05$). 특히 부유물질은 월별로 일정한 경향성을 나타내었는데, 강수량이 많은 여름철에 높은 부유물질 농도를 나타내었다. 용존산소(DO)는 0.3~10.8 mg/L의 범위를 보였고, 해수 투입 전(평균 2.0 mg/L) 보다 투입 후(평균 5.0 mg/L)에 높은 농도를 나타내었다($p < 0.001$).

해수 투입 후 현장조사시 측정된 월별 평균 수온은 24.3~9.2°C의 범위로 7월에 가장 높았고, 12월에 가장 낮았다. 염분의 경우 5.6~29.5%의 범위로 수온과 반대의 경향을 나타내었다.

2. 어류상 조사

<Table 1>에 나타낸바와 같이 조사기간 동안 총 2목 6과 11종, 218개체, 10,525.1g의 어류가 출현하였다. 농어목 망둥어과 어류가 6종으로 가장 많았으며, 청어목 어류는 1종 출현하였다. 가장 우점한 종은 승어(*Mugil cephalus*)로 81개체, 7,776.4g 채집되었고, 전체 개체수의 37.2%, 총 생체량의 73.9%를 차지하였다. 그 다음으로 전어(*Konosirus punctatus*)가 41개체, 문절망둑(*Acanthogobius flavimanus*)이 28개체 출현하여 각각 전체 개체수의 18.8%와 12.8%를 차지하였다.

월별 종조성을 살펴보면, 7월 조사에서는 총 6종 39개체 1,169.3g의 어류가 채집되었는데, 주둥치(*Leiognathus nuchalis*)가 10개체로 전체 개체수의 25.6%를 차지하였다. 그리고 흰발망둑(*Acanthogobius lactipes*)이 3개체(7.7%), *Acanthogobius* sp.가 2개체(5.1%), 문절망둑과 민물검정망둑(*Tridentiger brevispinis*)이 1개체(2.6%)씩 출현하였다.

<Table 1> Species composition of fish assemblage in Dong Stream from July to December 2013

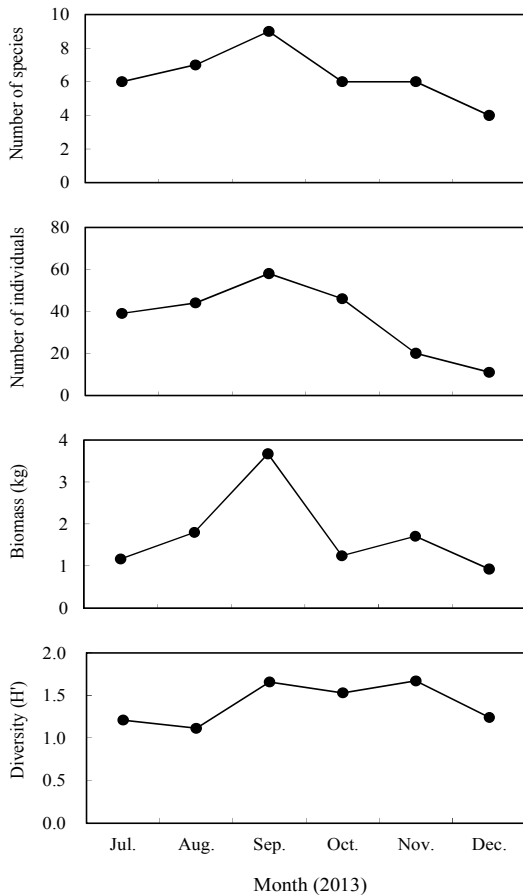
Order	Family	Species	Total		%		Occurrence	
			N	W	%N	%W	Month	Station
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Konosirus punctatus</i>	41	1,789.3	18.8	17.0	Sep-Nov	2,3,4
Perciformes	Carangidae	<i>Trachurus japonicus</i>	3	25.8	1.4	0.2	Nov	2,3,4
	Leiognathidae	<i>Leiognathus nuchalis</i>	19	59.8	8.7	0.6	Jul-Sep	All
	Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	81	7,776.4	37.2	73.9	Jul-Dec	All
	Embiotocidae	<i>Ditrema temminckii</i>	11	405.5	5.0	3.9	Sep-Nov	2,3,4
Gobiidae		<i>Acanthogobius flavimanus</i>	28	321.1	12.8	3.1	Jul-Dec	All
		<i>Acanthogobius lactipes</i>	8	26.7	3.7	0.3	Jul-Sep	2,3,4
		<i>Acanthogobius</i> sp.	10	22.3	4.6	0.2	Jul, Sep-Dec	1,2,4
		<i>Tridentiger brevispinis</i>	13	79.2	6.0	0.8	Jul-Oct, Dec	All
		<i>Tridentiger obscurus</i>	1	3.8	0.5	<0.1	Aug	2
		<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	3	15.2	1.4	0.1	Aug-Sep	3
Total			218	10,525.1				

8월 조사에서는 총 7종, 44개체, 1,801.5g의 어류가 출현하였다. 송어가 30개체가 출현하여 전체 개체수의 68.2%를 차지하였고, 그 다음으로 주둥치가 6개체로 전체 개체수의 13.6%를 차지하였다. 그 외 흰발망둑이 3개체(6.8%), 문절망둑이 2개체(4.5%), 민물검정망둑, 두줄망둑(*Tridentiger trigonocephalus*), 검정망둑(*Tridentiger obscurus*)은 1개체(2.3%)씩 출현하였다. 9월 조사에서는 총 9종, 58개체, 3,670.8g의 어류가 출현하였다. 가장 많이 출현한 종은 송어로 24개체가 출현하여 전체 개체수의 41.4%를 차지하였다. 그 다음으로 전어(*Konosirus punctatus*)가 16개체로 전체개체수의 27.6%를 차지하였다. 9월 조사에서는 전어와 망상어(*Ditrema temminckii*)가 처음으로 출현하였다. 그 외 문절망둑, 흰발망둑 등 망둑어과 종들은 10% 미만의 비율로 꾸준히 출현하였다. 10월 조사에서는 총 6종, 46개체, 1,246.6g의 어류가 출현하였다. 가장 많이 출현한 종은 전어로써 19개체, 전체 개체수의 41.3%를 차지하였고, 그 다음으로 문절망둑이 11개체, 전체 개체수의 23.9%를 차지하였다. 그 외 망상어가 6개체(13.0%), 민물검정망둑이 5개체(10.9%), *Acanthogobius* sp.가 3개체(6.5%), 송어가 2개체(4.3%)를 나타내었다. 11

월 조사에서는 총 6종, 20개체, 1,710.6g의 어류가 출현하였다. 가장 많이 출현한 종은 전어로써 6개체, 전체개체수의 30.0%를 차지하였다. 그 다음으로 망상어와 문절망둑이 4개체(20.0%)씩 출현하였고, 전갱이(*Trachurus japonicus*)가 3개체(15.0%)로 본 조사기간에 처음으로 출현하였다. 12월 조사에서는 총 4종, 11개체, 926.3g의 어류가 출현하였다. 가장 많이 출현한 종은 문절망둑으로 5개체, 전체개체수의 45.5%를 차지하였다. 그 다음으로 민물검정망둑이 3개체(27.3%), *Acanthogobius* sp.가 2개체(18.2%), 송어가 1개체(9.1%) 출현하였다.

월별 종조성 변동은 [Fig. 3]과 같으며, 월별 4~9종의 어류가 채집되었는데, 9월에 가장 많은 종이 채집되었고, 12월에 가장 적었다. 채집 개체수의 경우 월별 11~58개체가 채집되었는데, 채집 종수와 유사하게 9월에 가장 많았고 12월에 가장 적었다. 생체량은 926.3~3,670.8 kg의 범위를 보였는데, 9월에 가장 높았고, 12월에 가장 낮았다. 어류군집의 현존량은 10월 이후 수온 등의 영향으로 감소하는 경향을 나타내었다. 월별 종다양도지수는 1.11~1.67의 범위, 평균 1.40을 보였는데, 11월에 가장 높았고 8월에 가장 낮았다.

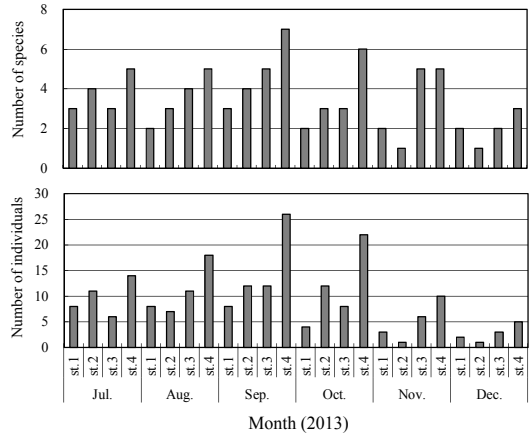
종다양도지수는 월별 큰 변동을 보이지 않았지만, 전반적으로 낮은 종다양도지수를 보였다.



[Fig. 3] Monthly variations in number of species and individuals, and diversity in Dong Stream from July to December 2013.

정점에 따른 출현 종수 및 개체수 차이는 [Fig. 4]와 같으며, 채집 종수는 9월 정점 4에서 가장 많은 7종이 채집되었고, 11월과 12월 정점 2에서 가장 적은 1종이 채집되었다. 정점별 개체수는 9월 정점 4에서 가장 많은 26개체가 채집되었고, 11월과 12월 정점 2에서 가장 적은 1개체가 채집되었다. 채집 종수와 개체수는 상부 정점에서 하부로 갈수록 채집종수(ANOVA, $F=10.780$, $p<0.001$)와 개체수(ANOVA, $F=7.153$, $p=0.003$)가 증가하는

양상을 보였다.



[Fig. 4] Changes in number of species and individuals among four site in Dong Stream from July to December 2013.

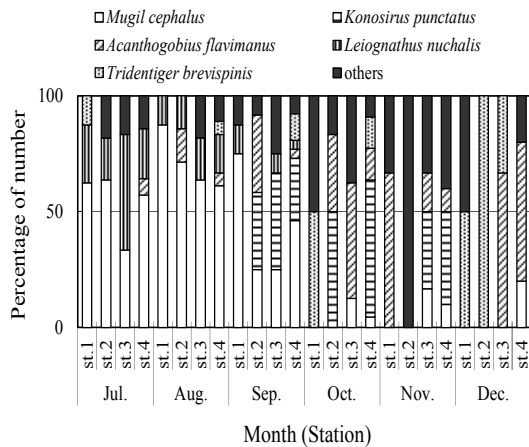
월별, 정점별 우점종 비율의 변화는 [Fig. 5]와 같으며, 7월과 8월에는 대부분 정점에서 송어가 가장 우점하였고, 그 다음으로 주둥치가 우점하였다. 9~11월에는 전어가 출현하기 시작하였고 하부 정점으로 갈수록 전어가 우점하는 경향을 나타내었고, 10월과 11월에 상부 정점에서 망둥어류(문절망둑, 민물검정망둑 등)이 우점하는 경향을 나타내었다. 12월에는 모든 정점에서 문절망둑과 민물검정망둑이 우점하는 경향을 나타내었다.

본 조사에서 어류의 종조성은 동천이 기수역 환경으로 바뀌면서 해수 및 담수를 오고가는 다양한 생물들로 변화되고 있음을 알 수 있었다. 이전 자료와 비교하여 생물상 변화를 살펴보면, 어류는 지금까지 동천에서 어류 조사가 이루어지지 않았지만, 인근 수영강과 비교했을 때 기수역으로 환경 변화가 일어나면서 송어, 작은 크기의 망둑어과 어류들의 분포 양상이 뚜렷하였다. 송어는 우리나라의 대부분의 하구역이나 하천 하류에서 시기에 따라 다량 어획되는 어종으로 알려져 있으며(Kim et al., 2005; Jeon et al., 2010), 그

외 망둑어과에 속하는 정착성 어종도 계절에 따라 출현하고 있었다. 즉 동천에 해수 유입이 계속 일어나면서 해수 및 담수를 오고가는 기수역 환경에 적합한 다양한 생물들이 분포하는 것으로 판단된다.

3. 이화학적 수질 및 수생태계 건강성 평가 비교

출현한 어류를 이용한 수생태계 건강성을 평가하기 위하여 월별 어류생물지수를 산정하여 [Fig. 5]에 나타내었다. 어류생물지수의 메트릭 값은 월별 18~20을 보였으며, 전체적으로 22의 값을 보였다. 이는 수질등급 'C'에 해당하는 값이었다.



[Fig. 5] Changes in species compositions among four site in each months in Dong Stream from July to December 2013.

해수 투입 전후 이화학적 수질과 어류생물지수 변화를 <Table 2>에 나타내었다. 수질등급은 환경부 하천수질환경 기준에 따라 총 5개 등급으로 구분하였다. 해수 투입 전후 평균 이화학적 수질 값을 비교한 결과 BOD, SS, DO에서 유의한 차이가 나타났고(t-test, $p < 0.05$), pH는 차이를 나타내지 않았다. 특히 BOD는 3등급으로, DO는 2~3등급으로 상승하였다. 이화학적 수질 중 BOD와 DO는 해수 투입 전 IV~V 등급에서 해수 투입

후 III 등급으로 개선되었다. 비록 해수 투입 전 어류조사가 없어서 등급을 알 수 없었지만, 해수 투입 후 최근 조사결과 어류생물지수 수질등급 'C'에 해당하는 III 등급을 나타내었다. 수질등급의 상승은 어류들이 서식하기에 적합한 환경으로 변화되어 가고 있음을 의미한다. 하천에는 주로 떼를 지어 다니는 회유성 어종들이 시기에 따라 이동하여 출현량의 증감을 보였으며, 본 조사해역에서도 송어가 대표적인 예가 될 수 있다. 그 외에는 전어 등이 해당된다. 전반적으로 해수 투입 후 수질등급이 상수원수3급, 수산용수2급, 공업용수1급에 해당하는 III 등급으로 개선되었음을 알 수 있었다.

<Table 2> Comparison of health assessment in mean water quality and biological index, and its grade between before and after seawater discharge

	Before		After		P-value
	Mean	Grade	Mean	Grade	
pH	7.3	I~V	7.4	I~V	0.281
BOD	11.1	V	4.9	III	<0.001
SS	13.2	I	9.6	I	0.043
DO	2.0	IV~V	5.0	II~III	<0.001
IBI	-	-	22.0	III	-

부산광역시 수영강에서 수생태계 건강성 평가 결과 이화학적 수질인 BOD는 I~III 등급을 나타내어 본 연구보다 더 높은 등급을 보였지만, 어류생물지수는 상류에서 C 등급, 하류에서 D 등급을 나타내어 본 연구와 비슷하거나 더 낮은 등급을 나타내었다(Jeon et al., 2010).

지금까지 수행된 도심형 하천 환경개선 사례는 대부분 하천을 정비하면서 담수를 도수하여 유입하는 방법으로 수행하였다. 일본 긴키지방 오가카부에 위치한 도이천 환경개선 사례는 본 조사와 같이 해수를 도수하여 성공적으로 환경을 개선시킨 대표적인 사례였다(<http://www.city.sakai.lg.jp>).

도이천의 수질개선과 환경의 개선으로 인해 사카 이시는 관광자원으로서 활용을 고려하고 있고, 수질개선의 효과로 생태계가 살아나 다양한 식물의 서식이 확인되었다. 그리고 송어, 농어와 같은 기수역 어종 등 어류의 개체수와 종수가 많이 증가되었으며, 각종 해수성 부착 무척추동물들도 발견되어, 본 조사해역과 비슷한 양상이었다.

IV. 결론

동천의 어류의 생물상 조사를 실시한 결과, 어류는 7~12월에 총 3목 6과 11종, 218개체, 10,525.1g가 출현하였다. 송어, 주둥치, 흰발망둑, 문절망둑, 민물검정망둑, 전어, 전갱이, 망상어 등이 출현하였는데, 대부분이 기수성 어종이었다. 어류군집의 월변동을 살펴보면 9월에 58개체로 가장 많이 출현하였고, 생체량 또한 3,670.8g으로 가장 높게 나타났다. 해수 투입 후 이화학적 수질과 수생태계 건강성 평가 결과 수질등급이 III 등급으로 개선되었음을 알 수 있었다.

부산광역시에서는 동천의 환경을 개선시키기 위한 ‘동천재생 프로젝트’에 착수하여 다음과 같이 동천의 청사진을 마련하려는 노력을 기울이고 있다. 부산광역시의 ‘동천재생 프로젝트’는 주로 경관개선 중심의 계획들을 확인할 수 있는데, 동천을 어류 및 저서 무척추동물 등 수서생물이 서식할 수 있는 공간으로 회복하기 위해서는 자연 하천에 가깝게 되돌리는 자연형 하천복원 방법이 선택되어야 한다. 따라서 지금까지의 하천정비의 방향을 다음과 같이 변화할 필요가 있다.

1) 하도복원에서 수변/유역복원으로의 전환

구역중심의 하천복원 방식에서 하천생태계의 횡적 및 종적 생태 네트워크를 공간 단위에서 유기적으로 연계하는 ‘공간’ 중심의 하천복원으로의 패러다임 전환이 필요하다.

2) 이수, 치수, 하천생태환경 보전의 통합 추진 이수, 치수, 하천환경으로 하천기능을 단순하게

나열한 후 이들의 조화를 추구하려는 지금까지의 정책은 선진국에서는 이미 폐기된 낡은 패러다임이므로 수해예방과 물이용 역시 하천생태계 본래의 모습과 특성을 회복하는 방향에서 이루어져야 실효성을 거둘 수 있다는 새로운 인식 필요하다.

3) 참여와 학습의 장으로서의 하천복원

하천복원의 패러다임이 지속가능한 방향으로 바뀌기 위해서는, 지역주민, 전문가, 민간단체 등이 주도하고 국가와 지역행정은 이를 지원하는 체계로 점진적인 변화를 이루어야 할 것이다.

4) 사전 기초조사의 체계화

기초조사가 형식적이고 단편적으로 흐르지 않도록 부처 합동으로 「자연형 하천복원(정화) 사업 기초조사 지침서」를 작성하여 조사 시 참고할 수 있도록 해야 한다. 지침서에는 해당 하천의 과거 상태 및 대조하천 조사, 생태계 조사, 사회·인문학적 조사 등 각 분야별 조사목적, 조사방법, 조사횟수, 조사기간, 결과분석 방법 등을 상세하게 수록하는 것이 좋다. 또한 사업의 기본계획은 반드시 기초조사의 결과를 토대로 작성하도록 「자연형 하천복원(정화) 사업 추진지침」에 명시할 필요가 있다.

5) 하천복원 생태면적률 제도의 도입

도심 하천구간의 복원이 조경 및 위락 시설물 위주의 공원화사업으로 변질되는 것을 방지하기 위하여 각 구간에 차등화된 생태면적률 기준을 적용하는 방법이 검토되어야 한다. 마지막으로, 종합적인 모니터링 체계 및 D/B 구축 제도화 사업 지원 시 예산에 사후 모니터링 및 D/B 구축에 소요되는 비용을 반영하여 사후 모니터링과 D/B 구축이 형식에 흐르지 않도록 해야 한다.

이러한 관점에서 우선적으로 고려해야 할 부분은 수질환경 개선으로 현재 동천이 가지고 있는 하수관로 시스템을 정비하여 어류 등 생물의 서식공간을 회복할 수 있을 것이다. 해수 투입 이후 광무교 주위 수질이 일부 개선이 되고 있다고 보고되고 있지만 곳곳에서 유입되는 오염원을 차

단하지 않는다면 전체적으로 수질이 개선되기는 어려울 것이다. 또한 강우 시 그리고 하상에 퇴적되어 있는 쓰레기 및 유기물 및 조간대 환경이 발달하지 못하여 저서 무척추동물이 서식하기 위한 환경을 형성하는데 어려움이 있으므로 지속적인 하상 준설작업을 통해 해결해야 할 것이다.

그리고 동천의 어류 및 저서 무척추동물 등 생물상을 포함한 환경 모니터링은 관계기관과의 협의를 통해 지속적으로 수행될 수 있는 방안을 마련해야 할 것이다.

References

Busan Metropolitan City(2004). River-refurbishing General Plaining of Oncheon Stream, 97.

Busan Metropolitan City(2007). Water Quality Improvement and Synthesis Maintenance Plan of Dong Stream, 106.

Gangnam-Gu(2004). The Yanjae Stream.

Kim, I. S. · Choi, Y. · Lee, C. L. · Lee, Y. J. · Kim, B. J. · Lim, J. H.(2005). Illustrated Book of Korean Fish, Kyo-Hak Publ., Seoul, 615.

KRA(2006). River and Culture, Korea River Association, 2(1), 16~18.

Jeon, D. Y. · Lee, S. L. · Son, J. W. · Cha, Y. U. · Kwon, K. W. · Yoo, P. J.(2010). Aquatic ecosystem health assessment in middle reach of Suyoung River using characteristics of benthic macroinvertebrate and fish fauna, J. Korean Soc. Water Qual., 26(6), 934-942.

KSWE(2007). Study on Planing of Stream Restoration Model, Criterion and Survey Method for Recover of Aquatic Ecosystem Health(Ⅱ), Criterion and Guide, Ministry of Environment, 216.

Masuda, H. · Amaoka, K. · Arago, C. · Uyeno, T. · Yoshino, T.(1984). The Fishes of the Japanese Archipelago, Vol. Ⅱ, Tokai Univ. Press, Tokyo, 437pp.+370 plates.

NIER(2006). Study on Development of General Assessment on Water Quality (Ⅲ), Ministry of Environment, 822.

River Restoration Society(2006) River Restoration Casebook, Cheongmoon-gak, 240.

Shannon, C. E. · Weaver, W.(1949). The Mathematical Theory of Communication, Illinois Univ. Press, Urbana, 117.

-
- 논문접수일 : 2015년 01월 12일
 - 심사완료일 : 1차 - 2015년 02월 03일
 - 게재확정일 : 2015년 02월 04일