

울산시 도심하천의 자연형 하천 조성에 따른 식생 변화 Change of Vegetation Based on Nature-friendly River of Urban Streams in Ulsan

강 호 선* / 조 홍 제**

Kang, Ho Seon / Cho, Hong Je

Abstract

We researched the vegetation restoration of 5 urban streams Mugeo-choen, Yaksa-choen, Yeocheon-choen, Myeongjeong-choen and Cheokgwa-choen in Ulsan established as nature-friendly streams by improving water quality and river environment. Ecological restoration effects have resulted from the establishment of streams, which involved supplying sufficient maintenance water for each streams, eliminating the covered sections, preventing the inflow of wastewater, doing vegetation composition, since 5 to 10 years ago. The vegetation inhabitations were compared according to the conditions of physical characteristics and water quality, inland and foreland. In the Cheokgwa-choen, which is almost a natural river, the ecological integrity of the vegetation population has been maintained quite well. The Mugeo-choen and the Meongjeong-choen have clearly shown the vegetation restoration effects resulting from supplying sustainable maintenance water and wastewater treatments. In the Yaksa-choen and the Yeocheon-choen, on the other hand, the vegetation restoration effects and inhabitations were low due to the inflow of wastewater and sledges in some part of stream though the improvement of water quality.

keywords : urban stream, nature-friendly river, vegetation, water quality improvement

요 지

수질개선과 하천개수를 통한 자연형하천 조성으로 주민들의 친수공간으로 이용되고 있는 울산시의 5개 도시하천에 대해 식생을 조사하였다. 하천의 기하학적 특성이나 수질 및 제네지 및 제외지 등 주변여건과 식생의 활성화 등과의 상관관계를 조사하였다. 각 하천의 자연형하천 조성시기가 다르고 일정한 관계로 뚜렷한 정량적 상관관계를 얻을 수는 없었으나, 식생의 활성화 정도가 현 하천의 수질과 제네지 및 제외지 등 주변 여건에 의한 차이점은 어느 정도 확인할 수 있었다. 자연상태에 가까운 척과천은 식생 종류가 다양하였고, 수질과 주변여건이 좋은 무거천과 명정천은 인위적 유지용수 공급과 개수공사에 의한 인공물이 많지만 식생의 활성화 정도가 좋았다. 반면에 수질이 나쁘거나 하폭과 둔치가 좁은 데도 무리하게 산책로 등을 조성하였던 여천천과 약사천은 식생의 종류가 다양하지 못하였고 활성화도 낮은 것으로 나타났다.

핵심용어 : 도심하천, 자연형하천, 식생, 수질개선

* 울산대학교 대학원 토목공학과 박사과정 (e-mail: hskang.esdasan@gmail.com)
Dept. of Civil & Engineering, Ulsan University, Ulsan Nam-gu Mugeo-dong, Korea

** 교신저자, 울산대학교 공과대학 토목공학부 교수 (e-mail:hjcho@mail.Ulsan.ac.kr, Tel: 82-52-259-2262)

Corresponding Author, Associate Professor, Department of Civil & Engineering, Ulsan University, Ulsan Nam-gu Mugeo-dong, Korea

I. 서 론

최근 각 지자체마다 자연형하천 조성을 위해 복개구간을 철거하거나 차집관거를 설치하여 오·폐수의 하천유입을 차단하고 유지용수를 공급함으로써 생태복원을 꾀하고 있다. 그런데 자연형하천 조성사업에 대한 투자효과의 조급함 때문에, 폭이 좁은 하천내에 산책로나 자전거도로 등을 무리하게 조성하거나 단순한 친수공간 확보위주로 추진하고 있어 오히려 생태계가 회복이 불가능할 정도로 훼손되었다.

도시하천은 지리적 여건상 제내지인 주변은 도로나 건물 등으로 둘러싸여 있고, 제외지인 하천구간은 주변 지역보다 수m 아래에 형성되어 있어 식생을 비롯한 생태계의 보존과 복원이 어려운 구조이다. 자연형하천을 조성하기 위해서는 오·폐수 유입차단을 통한 환경적·생태적 기능 유지에 필요한 수질확보가 필수적이다. 수질여건에 따라 하천주변에 형성되고 복원되는 식생의 종류와 형태도 양상을 달리하게 된다. 이와 같은 관점에서 보면, 도시하천에 대한 자연형하천 조성에 대한 성공여부는 하폭은 좁으나 비교적 깨끗한 물이 흐르고 식생을 비롯한 생태계가 복원되어 산책로를 따라 이용하는 주민들이 쾌적하고 여유로움을 느끼는데 있다고 할 수 있다.

도시하천에 대한 자연형하천 조성에 대한 필요성이 제기되면서 지자체에서 산책로 등 이용자 중심의 친수공간 조성 등에 대한 사례는 많지만, 식생의 복원여부 등에 대한 체계적인 조사는 거의 이루어지지 않은 상태이다. 최근에는 자연형 하천정비기본계획의 수립과 조성을 위해 식생을 포함한 하천생태계에 대한 조사를 병행하고 있다 (Ministry of C&T, 2001). 환경부에서는 전국 주요하천에 대해 BOD 및 SS 등 유기물 위주의 수질개선 목표를 수생태 건강성 목표로 전환하기 위해 식생을 비롯한 생물상 및 하천환경 등 수생태 건강성 조사 및 평가를 수행하였으나 도시하천은 포함되지 않았다 (Ministry of Environment, 2007). 자연형 하천으로 복원된 불광천을 대상으로 하여 한 하천 내에 정비방식이 다른 직강화 하천구간과 자연형 하천복원구간으로 구분하여 식물상 및 식물종의 출현빈도를 비교·분석하였다 (Jeong et al., 2004). 전형적인 도시하천인 경상남도 창원천과 남천에 대한 관속식물상과 그에 대한 특성이 조사된 바 있으며 (Park et al., 2010a), 창원천의 지류인 내동천에 분포하는 관속식물상의 종류 및 특성에 대한 조사가 이루어졌다 (Park et al., 2010b). 낙동강 하천환경과 식생분포 특성의 상관성을 조사하기 위해 식물상, 식생피도, 평수위기준 상대고도, 토양의 수분함

량, 유기물함량, pH, 전기전도도 및 토성분석을 실시하였다 (Kim et al., 2014).

본 연구에서는 울산의 대표적인 도심하천인 무거천, 약사천, 여천천, 명정천 및 척과천 등 5개 하천을 대상으로 자연형하천 조성에 따른 식생 현황 등을 조사하고 분석하였다. 5개 하천 중에서 무거천, 약사천 및 여천천은 수질 개선을 위해 하수관거설치를 통해 오수유입을 차단하고 인위적으로 유지용수를 공급하고 있다. 명정천은 오수 일부가 유입되고 있어 수질이 좋지 않은 하류 도심구간과 상류 자연생태 구간으로 나누어져 있으며, 척과천은 자체의 깨끗한 하천수량이 비교적 풍부하고 식생을 비롯한 자연상태가 잘 유지되고 있는 상태이다. 각 하천별 하폭이나 저수로폭의 크기 등 기하학적 특성과 주변 여건에 따른 식생변화를 비교·분석하여 자연형 생태하천 조성시 고려해야 할 기초자료를 제공하는데 주목적을 두었다.

2. 조사지역 및 방법

2.1 조사시기 및 범위

본 연구 대상지는 수질개선과 생태계복원을 통해 생태하천으로 거듭난 울산시 태화강의 주요 지천으로서 도심구간에 위치한 무거천, 약사천, 여천천, 명정천 및 척과천이며, 도심구간으로 한정하였다 (Fig. 1). 각 하천에 대한 생태하천 조성시기는 다소 차이가 있으나, 척과천을 제외하면 생태하천 조성전에는 수질악화에 따른 악취 등으로 인해 접근이 여의치 않았으며, 무거천과 여천천은 생태하천 조성 계획시 식생 등에 대한 부분적 조사가 이루어졌다.

식생의 현황을 파악하기 위해 2012년 6월 23~27일과 10월 27~29일 두 차례 현지조사를 실시하였다. 하천변 식생의 조사범위는 각 하천의 특성을 대표할 수 있는 2~3개 지점을 중심으로 현장조사를 수행하였다. 즉 하천의 크기가 작은 명정천은 2곳 그리고 나머지 4개 하천은 각 3곳을 조사지점으로 선정하였다 (Fig. 2).

2.2 대상하천 현황

수질오염이나 획일적인 하천개수 사업으로 인해 훼손되었던 울산시 도심하천들에 대한 생태복원을 위해 자연형하천 조성사업이 추진되었으며, 각 하천의 기본적인 특성과 현황은 Table 1과 같다. 무거천은 국가하천인 태화강으로 직접 유입되는 소하천이며, 대상구간은 생태하천 조성 타당성 연구 (Ulsan Metro. City, 2001, 2009)를 통해 생태하천으로 조성된 약 1.5km 구간이다. 자연형하천 조성전에는 제방법면 보호를 위한 돌망태가 좌·우안에 설

Table 1. Characteristics of Streams and Maintenance Water Supply

Stream name	River extension (km)	Basin area (km ²)	River width (m)	Riverside width (m)	River bank	Ecologic stream establishment	Maintenance water supply	
							The outside	Fresh water /Saltwater
Mugeo-cheon	2.59	5.67	20~30	3~10	1:1	○	○	Fresh water
Yaksa-cheon	5.40	6.10	10~15	3~4	1:0	○	○	Fresh water
Yecheon-cheon	6.50	12.64	20~50	10~12	1:0	○	○	Saltwater
Myeongjeong-cheon	1.13	3.44	10~15	-	1:0	×	×	Fresh water
Cheokgwa-cheon	13.11	40.51	40~50	10	1:1	×	×	Fresh water

로보다 약 5~7m 낮게 위치하였으며, 제방법면은 전 구간이 연직옹벽으로 처리되어 있었다. 자연형하천 조성을 위해 하폭이 10~15m에 불과하였으나 폭 4~5m의 저수로를 조성하고, 저수로 좌·우에 폭 3~4m의 둔치를 조성하였다. 수질개선을 위해 수질정화용 식생을 조성하고, 태화강의 제1지천인 동천의 복류수를 펌핑하여 복개구간 끝나는 지점에 벽천형태로 5,000 m³/day의 하천유지용수를 공급하고 있다. 제내지의 좌·우안은 주거 밀집지역이다.

여천천은 울산시의 중심가에 위치하고 있으나 태화강을 거치지 않고 울산만으로 유입되는 전형적인 도심하천이다. 대상구간은 여천천 총 연장 6.5km 중 하류부 5.0km이며, 상류부 1.25km는 복개되어 있다. 자연형하천 조성전에는 상류 복개구간과 합류식 하수관거에서 유입되는 각종 생활하수와 오랫동안 퇴적되었던 오니로 인해 수질이 매우 나쁘고 냄새로 인해 접근이 여의치 않았다. 주변지역은 공업단지와 주거지역이 넓게 분포하고 있는 전형적인 도시화 지역이며, 80,000 m³/day의 하천유지용수 공급과 오니준설 및 식재 등을 통해 하천환경이 많이 개선된 바 있다. 그런데 하폭이 20~50m로서 비교적 넓어 다양한 자연형 하천공법을 적용할 수 있었으나, 수심이 0.3~0.5m로 거의 일정하고 폭이 10~12m인 저수로와 산책로 및 자전거 길 위주의 둔치가 획일적으로 조성되어 있다. 더구나 유지용수는 태화강 하류에서 염도가 높은 하천수를 펌핑하여 상류 복개구간 아래에 공급함으로써, 낮은 수심 및 높은 염도와 느린 유속으로 인해 식생을 비롯한 생태계 회복이 매우 느리게 진행되고 있다.

명정천은 태화강으로 직접 유입되지만 유역면적, 유로 연장, 하폭 등을 비롯한 제반 하천특성이 작은 소하천이다. 하류 도심구간 일부를 제외하고는 자연상태를 유지하여 왔으나, 상류구간이 개발되고 있어 식생을 비롯한 생태

계 전반의 변화가 예상된다. 태화강 합류부에 어도를 설치한 것을 제외하면, 별도의 자연형하천 조성이 이루어지지 않은 상태이다. 대상구간은 하폭이 10~15m에 불과하고 좌·우안은 도로 및 주거지역이며, 제방법면은 도로에 연하여 연직옹벽으로 되어있다. 저수로와 둔치의 뚜렷한 구분은 없으며, 하천유지용수는 자체 유역에서 공급되고 있다.

반면에 척과천은 태화강으로 직접 유입되는 지방 2급 하천으로 규모가 크지만 연구대상 약 0.5km를 제외하고는 자연하천이다. 연구대상지역도 보와 어도가 설치된 극히 일부구간을 제외하고는 접근성이 좋지 않으므로 식생을 비롯한 자연생태계가 잘 유지되고 있다. 폭 5~15m의 저수로와 좌·우안 10m 내외의 둔치가 있으나 자연상태의 식생이 활착되어 있으며, 제방법면은 1:1경사의 돌붙임으로 조성되어 있다.

2.3 수질조사

매월 실시하였던 7개의 수질조사 항목 중 각 하천별로 과거에 조사된 바 있어 수질의 개선여부를 파악할 수 있는 BOD 등 4개 항목에 대해 비교하였으며, Table 2와 같다(Cho and Kang, 2013). 무거천은 차집관거 매설과 2007년 11,000 m³/day의 유지용수공급으로 BOD가 2001년과 2003년 각 26.3 ppm 및 14.2 ppm에서 1.01 ppm으로 개선되었으며, 약사천은 차집관거 매설과 2010년 5,000 m³/day의 유지용수공급으로 BOD가 2005년 9.27 ppm에서 2012년 0.55 ppm으로 크게 개선되었다 반면에 여천천은 차집관거 매설 및 2009년 80,000 m³/day의 많은 유지용수가 공급되어 BOD가 15.01 ppm에서 2012년 5.94 ppm으로 감소되었으나, 여전히 오염정도가 높은 것으로 나타났다. 이는 유지용수가 염도가 높은 태화강 하류에서 공급되고, 여천천 하상에 퇴적된 오니의 영향에 기인한다. 명정천은 유

Table 2. Comparison of Water Quality Change

Stream name	Article	2001	2003	2005	2008	2012	Maintenance water supply
	Year						
Mugeo -cheon	pH	7.47	7.16			7.95	2007 year
	BOD (mg/ℓ)	26.3	14.2			1.01	
	DO (mg/ℓ)	-	0.26			7.94	
	SS (mg/ℓ)	21.0	8.0			-	
Yaksa -cheon	pH			7.58		8.00	2010 year
	BOD (mg/ℓ)			9.27		0.55	
	DO (mg/ℓ)			5.77		9.89	
	SS (mg/ℓ)			10.54		-	
Yeocheon -cheon	pH				7.52	8.01	2009 year
	BOD (mg/ℓ)				15.01	5.94	
	DO (mg/ℓ)				6.43	11.58	
	SS (mg/ℓ)				7.93	-	
Myeongjeong -cheon	pH			7.46		7.77	-
	BOD (mg/ℓ)			8.42		0.88	
	DO (mg/ℓ)			7.36		9.61	
	SS (mg/ℓ)			8.65		-	
Cheokgwa -cheon	pH	6.98				8.09	-
	BOD (mg/ℓ)	1.03				0.30	
	DO (mg/ℓ)	11.55				9.41	
	SS (mg/ℓ)	1.34				-	

지용수 공급시설은 없으나 차집관거 매설에 의한 오수유입의 차단만으로도 BOD가 8.42 ppm에서 0.88 ppm으로 개선되었다. 자연상태의 하천인 척과천은 BOD가 2001년 1.03 ppm으로 1급수를 유지하고 있었으며, 도심구간에 대한 차집관거 매설에 의한 오수차단 효과로 0.3 ppm으로 더욱 개선되었다.

2.4 연구방법

조사지역의 식생은 지역의 생태적 특성을 고려하여 제방사면, 하도, 하안 등과 같이 각 식물이 분포하는 생육 입지를 고려해 출현한 종을 동정하여 식물목록에 기록하였다. 조사지역에서 출현하는 관속식물은 이창복의 원색대한식물도감을 기준으로 기록하였고(Lee, 2003), 위 도감에 수록하지 않은 종은 이우철의 원색한국기준식물도감을 참고하였다(Lee, 1996). 분류체계는 Engler의 분류체계를 따랐으며(Melchior, 1964), 관속식물에 대해서는 Raunkiaer의 생활형으로 구분하였다(Raunkiaer, 1934). 귀화식물에 대한 조사는 국립환경과학원에서 운영하는 한국의 외래식물 종합 검색시스템과 박수현의 한국귀화식물원색도감(보유판)을 참고하여 기록하였다(<http://211.114.21.20/alienspecies/>;

Park, 2001). 도심화지수는 귀화식물 총 수에 대한 조사지역에 출현한 귀화식물종 수의 비율을 나타내며, 귀화율은 조사지역내에 출현한 전체 식물중에 대한 조사지역내 출현한 귀화식물종 수의 비율을 나타낸다. 대표식생의 식생조사표 작성은 Z.-M. School의 전추정법을 사용하였으며 계층별 종의 분포는 Braun-Blanquet의 피도와 군도로 표기하였다(Braun-Blanquet, 1964). 군락명은 상관우점종을 기준으로 명명하였으며, 조사구의 크기는 군락 구조에서 최고 식생높이의 제곱 값에 준하는 면적을 설정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 식물상

3.1.1 무거천

무거천의 식물상은 39과 93속 106종 12변종 도합 118분류군으로 조사되었다(Table 3). 그리고 무거천에 출현한 식물종을 Raunkiaer의 생활형으로 분류해 본 결과 일년생 식물이 48종으로 전체 출현종의 40.7%를 차지하였고, 그 다음은 반지중식물이 36종으로 30.5%이며, 근수생식물이

9.3%로 비교적 높은 비율을 차지하였다.

3.1.2 약사천

약사천의 식물상은 27과 65속 79종 6변종 도합 85분류군으로 조사되었다(Table 4). 그리고 약사천에 출현한 식물종을 Raunkiaer의 생활형으로 분류해 본 결과 일년생 식물이 38종으로 전체 출현종의 44.7%를 차지하였다. 그 다음은 반지중식물이 28종으로 32.9%로 조사되었으며, 근수생식물이 11.8%로 높은 구성률을 차지하였다.

3.1.3 여천천

여천천의 식물상은 28과 74속 92종 8변종 도합 100분류군으로 조사되었다(Table 5). 그리고 여천천에 출현한 식

물종을 Raunkiaer의 생활형으로 분류해 본 결과 일년생 식물이 47종으로 전체 출현종의 47.0%를 차지하였다. 그 다음은 반지중식물이 31종으로 31.0%이며, 그 외 근수생 식물>지중식물>대형지상식물>지표식물의 순으로 나타났다.

3.1.4 명정천

명정천의 식물상은 36과 85속 100종 7변종 도합 107분류군으로 조사되었다(Table 6). 그리고 명정천에 출현한 식물종을 Raunkiaer의 생활형으로 분류해 본 결과 일년생 식물이 46종으로 전체 출현종의 43.0%를 차지하였다. 그 다음은 반지중식물이 33종으로 30.8%이며, 근수생식물이 9.3%로 비교적 높은 비율을 차지하였다.

Table 3. The Number of Floras in Mugeo-cheon

Phylum \ Unit	Family	Genus	Species	Variety	Taxon
Equisetum hyemale plant	1	1	1	-	1
Monocotyledonous plant	9	36	38	6	44
Dicotyledones plant	29	56	67	6	73
Total	39	93	106	12	118

Table 4. The Number of Floras in Yaksa-cheon

Phylum \ Unit	Family	Genus	Species	Variety	Taxon
Equisetum hyemale plant	1	1	1	-	1
Monocotyledonous plant	8	29	34	3	37
Dicotyledones plant	18	35	44	3	47
Total	27	65	79	6	85

Table 5. The Number of Floras in Yecheon-cheon

Phylum \ Unit	Family	Genus	Species	Variety	Taxon
Equisetum hyemale plant	1	1	1	-	1
Monocotyledonous plant	8	31	39	3	42
Dicotyledones plant	19	42	52	5	57
Total	28	74	92	8	100

Table 6. The Number of Floras in Myeongjeong-cheon

Phylum \ Unit	Family	Genus	Species	Variety	Taxon
Equisetum hyemale plant	1	1	1	-	1
Monocotyledonous plant	8	35	39	4	43
Dicotyledones plant	27	49	60	3	63
Total	36	85	100	7	107

3.1.5 척과천

척과천의 식물상은 37과 101속 122종 10변종 도합 132분류군으로 조사되었다(Table 7). 그리고 척과천에 출현한 식물종을 Raunkiaer의 생활형으로 분류해본 결과 일년생식물이 62종으로 전체 출현종의 47.0%를 차지하였다. 그 다음은 반지중식물이 34종으로 25.8%이며, 근수생식물이 9.1%로 비교적 높은 비율을 차지하였다.

3.1.6 하천정비 및 수질에 따른 식물상 변화

2.2절에 하천현황에서 나타난 각 하천별 현황 및 자연형 하천 조성내용과 수질측정 성과를 이용하여 각 하천별로 출현한 식물상의 다양성을 비교하여 Fig. 3에 나타내었다.

Fig. 3에 따르면, 수질이 나쁜 여천천의 식물상 종조성의 활성화가 낮은 것으로 나타났다. 자연형하천이 안정된 무거천 및 척과천의 종조성이 크고, 유역 및 하폭 등 하천 특성의 규모가 작은 명정천 보다 종조성의 활성화가 작은 것을 알 수 있다. 즉, 무거천은 유지용수공급과 차집관거 설치로 인해 수질이 BOD 1.01 ppm으로 개선되고 자연형하천 조성이 어느 정도 안정되었으며 식물상의 종조성이 39와 118분류군으로 다양성과 개체수가 증가하였다. 반면에 여천천은 상대적으로 유역이 크고 많은 유지용수가 공급되었으나 염도가 높고 여전히 수질도 5.94 ppm으로 좋지 않았으며, 자연

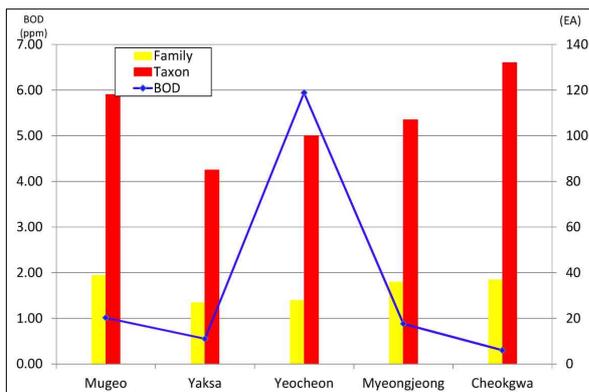


Fig. 3. Comparison of the Water Quality and the Diversity of Flora

형하천 조성도 획일적으로 이루어져 식물상의 종조성이 28과 100분류군에 불과 하였다. 약사천은 수질이 BOD 0.55 ppm 개선되었으나 식물상이 27과 85분류군에 불과한 것은

퇴적된 오니, 하천 수로, 하폭, 둔치 및 주변 여건 등 하천 정비 상태와 하천환경이 타 하천에 비해 열악한 것에 기인하는 것으로 판단된다. 그리고 상류구간이 자연하천상태를 잘 유지하고 있고, 수질이 BOD 0.3 ppm과 0.88 ppm을 유지하고 있는 척과천과 명정천은 종조성이 36과 107 분류군 및 37과 132분류군으로 상대적으로 높은 개체수를 나타낸다. 이는 수질 및 자연형하천 조성내용과 방법에 따라 식물상의 다양성과 개체수 변화가 영향을 받는 것을 의미한다.

3.2 귀화식물

귀화식물은 본래 생육하지 않은 지역에서 자연적 및 인위적 원인에 의해 2차적으로 도래 침입하여 야생화가 되거나 기존식물과 어느 정도 안정된 식물을 의미하며, 도시화와 하천의 수질오염 등 자연성 등에 의해 활성화되는 경향을 가진다. 무거천, 약사천, 여천천, 명정천 및 척과천에 대한 각 하천별 도심화율/귀화율은 4.3/14.4%, 3.2/14.1%, 5.4/20.0%, 4.3/14.9%, 6.2/17.4%와 같으며, Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4에 나타난 바와 같이 도심화율에 따라 귀화율이 증가하는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 우리나라 넷가의 평균귀화율은 13.3%이며, 울산 도심하천의 귀화율은 평균치 보다 모두 높게 나타났다.

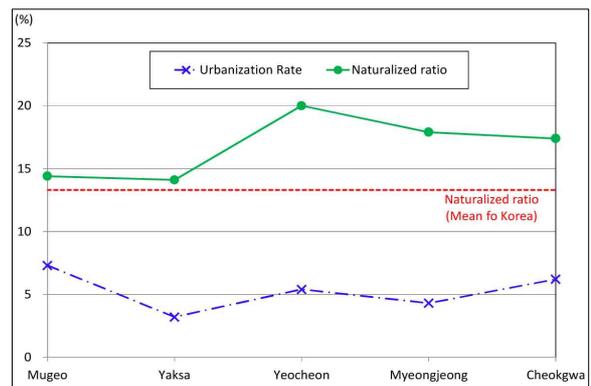


Fig. 4. Comparison of Naturalized Ratio

Table 7. The Number of Floras in Cheokgwa-cheon

Phylum	Unit				
	Family	Genus	Species	Variety	Taxon
Equisetum hyemale plant	1	1	1	-	1
Monocotyledonous plant	9	38	42	4	46
Dicotyledones plant	27	62	79	6	85
Total	37	101	122	10	132

3.3 식생 조사

3.3.1 무거천

본 무거천의 식생조사지역은 제외지로 설정하였다. 제 내지에는 주거지가 분포하고 있어 대부분이 인공화된 공간이며, 하폭은 약 20~30m 정도이고 저수로폭은 약 5~8m 정도이다. 제방은 대부분 돌망태 및 석축 등의 인공 제방이고, 주요 식생은 달뿌리풀군락, 고마리군락, 환삼덩굴군락, 물억새군락, 갯버들군락, 노랑꽃창포군락 등으로 조사되었다. 무거천에는 수생식물군락으로 말즘군락, 노랑어리연꽃군락, 노랑꽃창포군락, 일년생초본식물군락으로 고마리군락, 쇠뜨기군락, 큰개여뀌군락, 환삼덩굴군락, 다년생초본식물군락으로 달뿌리풀군락, 물억새군락, 미나리군락, 띠군락 그리고 관목식물군락으로 갯버들군락, 담쟁이덩굴군락 등 4개 식생유형이 나타났다(Table 8).

무거천 하천구간별 식생현황으로는 상류의 수중에는 말즘군락 등의 수생식물군락이 자연적으로 발생하여 패치를 형성하고 있다. 수변부에는 고마리군락, 달뿌리풀군락이 우점하며, 제방부에는 환삼덩굴군락, 띠군락 등이 우점하였다. 중류에는 갯버들, 노랑꽃창포 등이 수변을 따라 식재되어 군락을 이루고, 그 사이에 물억새군락이 패치를 이루고 있었다. 하류는 최근 정비공사가 완료되어 식생이 빈약한 상태이며, 달뿌리풀을 식재하여 군락을 조성하고 있었다.

3.3.2 약사천

본 약사천의 식생조사지역은 제외지로 설정하였다. 제

내지에는 주거지가 분포하여 대부분이 인공화된 공간이며, 하폭은 약 10~15m 정도이고 저수로폭은 약 4~5m 정도이다. 제방은 대부분 콘크리트 등의 인공제방이고, 하도내 주요 식생은 갈대군락, 줄군락, 애기부들군락, 큰고랭이군락 등의 수생식물군락으로 조사되었다. 약사천에는 수생식물군락으로 말즘군락, 줄군락, 실말군락, 세모고랭이군락, 애기부들군락, 큰고랭이군락, 일년생초본식물군락으로 고마리군락, 개밀군락, 큰개여뀌군락, 다년생초본식물군락으로 소리쟁이군락, 갈대군락, 미나리군락 등 3개 식생유형이 나타났다(Table 9).

약사천 하천구간별 식생현황으로는 상류의 수중에는 말즘군락이 등이, 수변에는 줄군락, 갈대군락 등이, 제방부에는 개밀군락이 우점하였고, 그 외 큰개여뀌군락이 수변에 패치형태로 분포하였다. 중·하류에는 줄군락의 우점하고 그 외 수중에는 말즘군락, 실말군락 등이 주로 분포하며, 수변에는 고마리군락, 미나리군락, 큰고랭이군락, 애기부들군락, 세모고랭이군락 등 다양한 식물군락이 패치를 이루고 있었다.

3.3.3 여천천

본 여천천의 식생조사지역은 제외지로 설정하였다. 제 내지에는 주거지가 분포하고 있으며, 하류의 일부 구간을 제외하고는 대부분이 인공화된 공간이고 하폭은 약 10~50m 정도이며, 저수로폭은 약 10~12m 정도이다. 제방은 대부분 석축 등으로 호안이 조성되고, 하도내 주요 식생은 갈대군락, 줄군락, 고마리군락, 잔디군락 등으로 조사되었다. 여천천에는 수생식물군락으로 말즘군락, 줄군

Table 8. Current Status of Vegetation in Mugeo-cheon

Stream name	Vegetation type	Plant community	Surveyed plots		
			MU-1	MU-2	MU-3
Mugeo-cheon	Aquatic plant colony	<i>Potamogeton crispus</i> community	○		
		<i>Nymphoides peltata</i> community	○		
		<i>Iris pseudoacorus</i> community		○	
	Annual herb plant colony	<i>Persicaria thunbergii</i> community	○	○	
		<i>Equisetum arvense</i> community	○		○
		<i>Persicaria lapathifolia</i> community			○
		<i>Humulus japonicus</i> community	○		
	Perennial herb plant colony	<i>Phragmites japonica</i> community	○		○
		<i>Miscanthus sacchariflorus</i> community	○	○	○
		<i>Oenanthe javanica</i> (Blume) DC. community	○		
		<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i> community	○		
	Shrub plant colony	<i>Salix gracilistyla</i> Miquel community		○	
		<i>Parthenocissus tricuspidata</i> community	○		

락, 개구리밥-좁개구리밥군락, 세모고랭이군락, 애기부들군락, 부들군락, 일년생초본식물군락으로 고마리군락, 개여뀌군락, 환삼덩굴군락 그리고 다년생초본식물군락으로 갈대군락, 갈풀군락, 미나리군락, 잔디군락 등 3개 식생유형이 나타났다(Table 10).

여천천 하천구간별 식생현황으로는 상류에는 고마리군락이 수변을 따라 우점적으로 분포하고, 그 외 환삼덩굴군락, 미나리군락, 개여뀌군락 등의 일년생 및 다년생초본식물과 말즘군락 등의 수생식물군락이 패치형태로 분포하였다. 중·하류의 좌안부는 수변공원으로 조성되어 인위적으로 잔디군락이 형성되어 있었고, 우안에는 갈대군락이 우점적으로 분포하며 그 외 줄군락, 부들군락, 갈풀군

락, 미나리군락 등이 패치를 이루고 있었다.

3.3.4 명정천

본 명정천의 식생조사지역은 제외지로 설정하였다. 상류의 제내지에는 산지가, 중·하류의 제내지에는 주거지가 분포하며, 하폭은 약 10~15m 정도이고 저수로폭은 약 2~3m 정도이다. 제방은 대부분 콘크리트-돌붙임, 석축 등의 인공제방이고, 하도내 주요 식생은 고마리군락, 갈풀군락, 줄군락 등으로 조사되었다. 명정천에는 수생식물군락으로 검정말군락, 줄군락, 노랑어리연꽃-차라풀군락, 일년생초본식물군락으로 고마리군락, 개밀군락, 다년생초본식물군락으로 갈풀군락 그리고 교목식물군락으로 이대

Table 9. Current Status of Vegetation in Yaksa-cheon

Stream name	Vegetation type	Plant community	Surveyed plots		
			YS-1	YS-2	YS-3
Yaksa-cheon	Aquatic plant colony	<i>Potamogeton crispus</i> community	○	○	○
		<i>Zizania latifolia</i> community	○	○	○
		<i>Potamogeton brechtoldi</i> Fieber community			○
		<i>Scirpus triqueter</i> L. community		○	○
		<i>Typha angustata</i> community		○	○
		<i>Scirpus tabernaemontani</i> Gmel. community		○	○
	Annual herb plant colony	<i>Persicaria thunbergii</i> community		○	○
		<i>Agropyron tsukushiense</i> var. <i>transiens</i> (Hack.) Ohwi community	○	○	○
		<i>Persicaria lapathifolia</i> community	○	○	○
	Perennial herb plant colony	<i>Rumex crispus</i> community		○	○
		<i>phragmites communis</i> community	○	○	○
		<i>Oenanthe javanica</i> (Blume) DC. community		○	○

Table 10. Current Status of Vegetation in Yeocheon-cheon

Stream name	Vegetation type	Plant community	Surveyed plots		
			YC-1	YC-2	YC-3
Yeocheon-cheon	Aquatic plant colony	<i>Potamogeton crispus</i> community	○		
		<i>Zizania latifolia</i> community			○
		<i>Spirodela polyrhiza</i> - <i>Lemna perpusilla</i> Torr. community		○	
		<i>Scirpus triqueter</i> L. community		○	
		<i>Typha angustata</i> community		○	
		<i>Typhaorientalis</i> com-munity community			○
	Annual herb plant colony	<i>Persicaria thunbergii</i> community	○		
		<i>Humulus japonicus</i> community	○		○
		<i>Persicaria blumei</i> community	○		
	Perennial herb plant colony	<i>Phalaris arundinacea</i> L. community			○
		<i>phragmites communis</i> community			○
		<i>Oenanthe javanica</i> (Blume) DC. community	○	○	
		Grass lawn community		○	○

군락 등 4개 식생유형이 나타났다(Table 11).

명정천 하천구간별 식생현황으로는 중·상류의 수변을 따라 고마리군락이 선형으로 분포하였고, 그 주변의 물터에는 갈풀군락이 우점적으로 분포하였다. 하류에는 줄군락이 우점적으로 분포하고 수중에는 검정말군락, 노랑어리연꽃-자라풀군락 등이 높은 식피율을 보이며, 애기부들군락, 고마리군락과 갈풀군락이 소규모 패치를 형성하였다. 그리고 제방부에는 개밀군락이 우점하며, 이대군락이 식재되어 있었다.

3.3.5 척과천

본 척과천의 식생조사지역은 제외지로 설정하였다. 중·상류의 제내지는 주로 경작지가 분포하고, 하류의 제내지

는 주로 주거지가 분포하였다. 하폭은 약 40~50m 정도이며, 저수로폭은 약 5~15m 정도이다. 제방은 대부분 흙제방이나, 저수로변은 석축으로 정비된 상태이다. 하도내 주요 식생은 달뿌리풀군락, 큰고랭이군락, 애기부들군락, 물억새군락, 칩군락 등으로 조사되었다. 척과천에는 수생식물군락으로 나도겨풀군락, 실말군락, 애기부들군락, 큰고랭이군락, 일년생초본식물군락으로 고마리군락, 새콩군락, 물피군락, 다년생초본식물군락으로 이삭사초군락, 팽이사초군락, 달뿌리풀군락, 물억새군락, 갈풀군락, 갈대군락, 관목식물군락으로 갯버들군락, 칩군락, 왕버들군락 그리고 교목식물군락으로 아까시나무군락 등 5개 식생유형이 나타났다(Table 12).

Table 11. Current Status of Vegetation in Myeongjeong-cheon

Stream name	Vegetation type	Plant community	Surveyed plots	
			MJ-1	MJ-2
Myeongjeong-cheon	Aquatic plant colony	<i>Potamogeton crispus</i> community		○
		<i>Zizania latifolia</i> community		○
		<i>Nymphoides peltata</i> - <i>Hydrocharis dubia</i> community		○
	Annual herb plant colony	<i>Typha angustata</i> community		○
		<i>Persicaria thunbergii</i> community	○	○
		<i>Agropyron tsukushiense</i> Var. <i>Transiens</i> community		○
	Perennial herb plant colony	<i>Phalaris arundinacea</i> L. community	○	○
	Arbor plant colony	<i>Pseudosasa japonica</i> (Siebold & Zucc. ex Steud.) <i>Makino</i> community		○

Table 12. Current Status of Vegetation in Cheokgwa-cheon

Stream name	Vegetation type	Plant community	Surveyed plots		
			CG-1	CG-2	CG-3
Cheokgwa-cheon	Aquatic plant colony	<i>Leersia japonica</i> Makino community			○
		<i>Potamogeton brechtoldi</i> Fieber community			○
		<i>Typha orientalis</i> community	○	○	
		<i>Scirpus tabernaemontani</i> Gmel. community	○	○	
	Annual herb plant colony	<i>Persicaria thunbergii</i> community		○	○
		<i>Amphicarpaea bracteata</i> subsp. <i>Edgeworthii</i> (Benth.) H. Ohashi community	○		
		<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>oryzicola</i> community			○
	Perennial herb plant colony	<i>Carex dimorpholepis</i> Steud. community	○		
		<i>Carex neurocarpa maxim.</i> community	○		
		<i>Phragmites japonica</i> Steud. community	○	○	○
		<i>Miscanthus sacchariflorus</i> Benth. community	○	○	
		<i>Phalaris arundinacea</i> L. community <i>phragmites communis</i> community		○	○
	Shrub plant colony	<i>Salix gracilistyla</i> community			○
		<i>Kuzu vine</i> community	○		
		<i>Salix glandulosa</i> SEEM. community		○	
	Arbor plant colony	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. community	○		

척과천 하천구간별 식생현황으로는 상류에는 달뿌리풀 군락이 우점하였고, 그 외 애기부들군락, 큰고랭이군락 등의 수생식물군락이 높은 우점도를 보였다. 제방부에는 칩군락, 아까시나무군락, 물억새군락 등이 분포하였다. 중류에도 달뿌리풀군락이 우점적으로 분포하나 정체수역이 형성되어 애기부들군락, 큰고랭이군락 등이 발달하였고, 물억새군락, 갈풀군락, 왕버들군락 등이 소규모 패치로 분포하였다. 하류는 달뿌리풀이 매우 높은 식피율을 나타내는 달뿌리풀군락이 우점하였고, 그 외 갈풀군락, 갈대군락, 물피군락 등이 패치로 분포하였으며 그 외 수중에는 나도겨풀군락, 실말군락 등이 형성되어 있었다.

3.4 자연형하천 조성 전·후의 식생 변화

대상구간의 상류가 자연상태로 유지되어 온 척과천과 명정천을 제외한 무거천, 약사천 및 여천천은 전형적인 도심하천의 특성을 가지고 있다. 건천으로 풍수기를 제외하면 유량이 적고, 각종 오수의 유입으로 수질이 매우 나쁜 상태였다. 울산시에서는 지난 십수년동안 차집관거 설치와 많은 하수종말처리장 건설로 태화강 분류를 비롯한 주요 도심하천들의 수질을 획기적으로 개선하였고, 더불어 자연형하천으로 시민들의 주요한 친수공간으로 조성하였다. 그 결과 하천변의 식생을 비롯한 생태계가 많이 복원되었으며, 무거천의 자연형하천 조성과 여천천의 하천유지용수 공급을 위한 식생 등에 대한 기초조사가 이루어진 바 있다. 이 자료들을 참고로 하여 자연형하천 조성 전·후에 대한 식생변화를 비교하였다. 앞으로 본 연구 성과와 나머지 3개 하천에 대한 추가 조사를 통해서 자연형하천 조성에 따른 효과와 식생 및 하천환경의 변화에 대한 지속적인 검토가 필요하다.

3.4.1 무거천 식생변화

울산광역시에서는 2001년 “무거천 생태하천 조성 타당성 조사연구”를 시행한 바 있으며, 6월에 2차례에 걸쳐 현

지조사를 실시하였다. 사업구간 및 주변지역의 하천변에 대한 식물상 목록을 작성하였고, 동정 및 분류는 대한식물도감(Lee, C.B., 1980)의 체계를 따랐다. 식생은 군락형별로 방형구(1 × 1 m²)를 설치하여 조사하였으며, Braun-Blanquet의 식물사회학적 방법에 따라 식물군락을 분류하였다.

3.4.1.1 식물상

자연형하천 조성전의 관속 식생은 총 26과 61속 65종 10변종 1품종을 포함하여 76종이 분포하고 있는 것으로 조사되었으며, Table 13과 같다. 전체 식물상중 자생종은 총 21과 38속 39종 6변종, 1아종으로 총 46종이 출현하였고, 구성종으로는 쉬뜨기, 강아지풀, 환삼덩굴, 고마리, 점나도나물, 미나리, 메꽃, 쑥, 방가지똥 등 전체 소산식물종의 60.53%로 조사되었다. 그리고 귀화식물은 총 13과 24속 23종 3변종을 포함한 26종으로 오리새, 개보리, 쯤명아주, 애기 수염, 개망초, 미국가막상 등이 대표적이었으며, 전체 소산식물종의 34.2%로 조사되었다.

3.4.1.2 식생

식생군락은 미나리군락, 환삼덩굴군락, 고마리군락, 개여귀군락 등으로 구분되었으나, 이들 군락의 분포가 매우 제한적이고 국지적으로 발달하고 있어 식생유형으로는 구분할 수 없는 상태였다. 하지만 하천변의 저습한 지역에는 고마리군락, 미나리군락, 개여귀군락, 환삼덩굴군락이 넓게 분포하고 있었으며, 건조한 제방법면에는 잔디, 메꽃, 쉬뜨기 및 명아주, 그리고 하천변의 건조한 지역에는 개밀, 호밀풀, 개보리 등이 주로 발달하여 하천변의 전형적인 식생 형태를 형성하고 있었다.

3.4.1.3 비교 분석

무거천은 자연형하천을 조성하면서 Table 1에 나타낸 바와 같이 11,000 m³/day의 하천유지용수 공급시설과 하

Table 13. The Number of Floras in Mugeo-cheon

Phylum \ Unit	Family	Genus	Species	Variety	Form	Taxon
<i>Equisetum hyemale plant</i>	1	1	1			1
<i>Gymnosperm plant</i>	1	2	2			2
<i>Monocotyledonous plant</i>	3	13	12	1		13
<i>Dicotyledones plant</i>	23	45	50	9	1	60
Total	28	61	65	10	1	79

수차집관거 매설을 통해 수질을 개선하였다. 2.2절의 하천 현황에 제시하였던 하천정비 후 둔치 일부만 이용하고 수변과 제방법면 등은 접근을 제한하여 보호한 결과, 식생을 비롯한 생태계가 많이 복원된 상태이다. 자연형하천 조성 후 약 10년 동안에 식물상은 총 26과 61속 65종 10변종 1품종 등 76종에서 39과 93속 106종 12변종 도합 118분류군으로 늘어났다. 자연형하천 조성전에는 식생의 군락이 매우 제한적이었으나 조성후의 식생은 수생식물군락, 일년생초본식물군락, 다년생초본식물군락 및 관목식물군락 등의 4개 식생유형이 뚜렷하게 나타났다. 특히 수질이 양호하고 자연성이 유지되는 지역에서 활성화되는 수변식물인 달뿌리풀군락이 자생적으로 분포한 것은 자연형하천 조성효과가 있음을 의미한다. 이와 같은 결과에 근거하면, 무거천은 자연형하천 조성으로 수질개선과 더불어 둔치 및 제방법면의 보호 등에 의해 식생의 자연성 회복이 진행되고 있는 것으로 판단된다.

3.4.2 여천천의 식생변화

2008년 여천천의 유지용수 확보계획에 따른 영향 예측과 저감방안 수립을 위해 식생에 대한 현장조사가 이루어졌다. 여천천의 중류지역 2곳과 하류지역 1곳에 대해 6월 말에 3일동안 육상식물상과 수변 및 수생식물을 조사하였다. 사업구간 및 주변지역의 하천변에 대한 식물 및 식물군락을 중심으로 조사하여 동정 및 분류는 대한식물도감(Lee, 1980)의 체계를 따랐다. 식생은 군락별로 방형구(2×2, 3×3, 5×5, 10×10 m²)를 설치하여 조사하였으며, Braun-Blanquet의 식물사회학적 방법에 따라 식물군락을 분류하였다.

3.4.2.1 식물상

자연형하천 조성전에는 관속식물상이 총 33과 72속 70종 12변종 1품종의 83분류군이 조사되었으며, Table 14와 같다. 이들 중 출현빈도가 높은 과는 벼과가 16분류군, 국화과가 12분류군, 마디풀과가 8분류군, 콩과가 7분류군, 십자화과가 5분류군 등으로 나타났으며, 귀화식물은 총 8

과 19속 21분류군이 출현하였다. 귀화율(PN)은 25.3%로 나타났으며, 일반적인 하천 주변의 귀화율 13.3%에 비해 높았다.

3.4.2.2 식생

여천천은 수질오염과 하안의 콘크리트 제방으로 인해 식생의 분포가 매우 미약하였다. 3개 조사지역 중 가장 위에 있는 지점에서는 제방변에 환삼덩굴, 고마리, 애기똥풀, 토끼풀, 닭의 장풀, 강아지풀, 썩, 미나리, 서양민들레, 미국가막상아, 고들빼기, 개밀, 개보리, 가는보리풀, 명아주, 소리쟁이 등이 분포하였고, 중간지점에서는 고마리, 여귀, 닭의장풀, 개불알풀, 토끼풀, 닭쟁이 덩굴, 소리쟁이 등 일부 수종만 분포하였다. 그리고 하류부에 위치한 세 번째 지점은 우안은 산지의 가장자리에 인접하고 좌안은 나대지가 분포하고 있으며, 부들, 줄, 돌피, 갈풀, 소리쟁이, 환삼덩굴, 개보리, 김의털, 큰고랭이, 가는조리풀, 토끼풀, 가시상치, 고마리, 강아지풀, 명아주, 개여귀 등이 우점하여 분포하는 것으로 조사되었다.

3.4.2.3 비교분석

여천천은 자연형 생태하천 조성 후 약 5년 동안에 식물상은 총 33과 72속 70종 12변종 1품종의 83분류군에서 총 28과 74속 92종 8변종 100분류군으로 늘어났다. 특히 식생은 수생식물군락, 일년생초본식물군락 및 다년생초본식물군락 등 3개 식생유형이 나타났으나, 분포가 빈약하여 다양한 식생의 복원에는 미흡한 것으로 판단된다. 더구나 수질개선 효과를 나타낼 수 있는 특별한 식생의 군락도 확인되지 않았다. 이와 같은 결과에 근거하면, 여천천은 80,000 m³/day의 많은 하천유지용수를 공급하였으나 염도가 높고, 자연형하천 조성도 산책로 및 자전거 길 등 이용자 중심인 관개로 식생의 자연성 회복은 매우 더디게 진행되고 있다.

3.5 하천의 자연성 유지에 따른 식생 변화

최근 각 지자체 마다 도심에 위치한 하천을 자연형하천

Table 14. The Number of Floras in Yecheon-cheon

Phylum \ Unit	Family	Genus	Species	Variety	Form	Taxon
<i>Equisetum hyemale plant</i>	1	1	1			1
<i>Gymnosperm plant</i>	1	1	1			1
<i>Monocotyledonous plant</i>	6	21	19	2		21
<i>Dicotyledones plant</i>	25	49	49	10	1	60
Total	33	72	70	12	1	83

이라는 명분으로 하폭이나 저수로폭의 크기를 고려하지 않고 산책로나 자전거길 등을 조성하고 있으며, 콘크리트나 암석을 이용한 무분별한 제방축조로 오히려 자연성이 훼손되는 사례가 많다. 그럼에도 불구하고 과거 생활하수를 비롯한 각종 오염원의 유입과 복개를 통해, 하천으로서의 기능이 상실되었던 것을 유지용수공급과 오염원 차단 및 퇴적된 오염물 준설 등으로 하천 생태계의 복원이 이루어지고 있다.

연구대상인 무거천, 여천천, 약사천은 유지용수공급과 자연형하천 조성을 통해 수질개선과 더불어 식생을 비롯한 생태계 복원이 진행되고 있다. 명정천은 개발이 이루어지지 않은 상류구간은 비교적 자연생태의 식생이 유지되고 있으나, 하류 도심구간은 여타 하천과 동일하게 식생의 유형과 구성이 단순하게 유지되고 있다. 반면에 척과천은 도심에 위치한 하류 일부구간을 제외하고는 자연하천상태를 그대로 유지하고 있고, 하천 개수가 이루어진 하류구간도 사람의 접근성이 제한되어 있어 자연하천의 식생을 나타내고 있다. Tables 8~12에 제시된 각 하천별 식생현황과 하천의 자연성 유지 및 회복 정도를 비교하였으며, 각 하천별로 형성된 식생유형과 식물군락수는 Table 15와 같다. 자연성이 가장 잘 유지가 된 척과천은 5가지 식생 유형과 다년생 초본식물군락이 타하천에 비해 활성화 되어 있고, 3가지 관목과 1가지 교목 군락이 형성되어 있다. 자연형 하천조성이 10년 정도가 되어 안정화된 무거천은 4가지 식생유형이 형성되었으나, 하천의 지형적 여건이 나쁜 약사천과 수질이 나쁜 여천천은 3가지의 식생유형만 나타나 자연성 회복이 늦게 진행되고 있다. 앞으로 보다 세밀하고 지속적인 조사를 통해 각 하천별 물리적 특성 및 변화에 따른 식생 등의 하천환경 변화에 대해 정량적 분석과 상관성 분석을 진행할 예정이다.

4. 결 론

오수 유입의 차단과 수질개선을 통한 자연형하천 조성으로 주민들의 중요한 친수공간으로 이용되고 있는 울산시의 5개 도시하천에 대한 식생을 조사하였으며, 다음과 같은 결과를 얻었다.

대상하천이 자연형하천 조성이란 목적 하에 개수되었으나 하폭과 둔치가 좁은데도 무리하게 산책로 등을 설치하여 식생이나 생태 복원보다는 친수공간으로서의 기능이 더 중요시 된 것으로 판단되었다. 하폭과 저수로폭, 하천개수정도, 산책로 등 인공시설물과 수질 및 유지용수 공급여부 그리고 제내·외지의 여건 등과 식생이나 식물상 활성화 등과의 상관관계를 구명하고자 하였으나 생태하천 조성시기가 일천한 관계로 뚜렷한 상관성은 확인할 수 없었다. 하지만 수질개선에 따른 식물상의 종조성 활성화는 상관성이 높은 것으로 확인되었다.

각 하천에 대한 식생을 비교해 본 결과, 자연상태의 유지 정도와 수질과 하천주변 여건이 좋고 자연형하천 조성이 안정화되었을 때 식생 유형도 다양하였고 번식여건이 잘 유지되는 것으로 나타났다. 그리고 귀화식물의 도시화율은 하천의 수질오염 등 자연성에 활성화되는 경향이 있으며, 울산 도심하천의 귀화율은 우리나라 넷가의 평균귀화율 13.3%보다 높았고 도시화율에 따라 증가하는 경향을 보였다.

도심하천에 대한 자연형하천 조성시에 식생을 비롯한 생태복원을 위해서는 차집관거 설치를 통한 오수유입의 차단이 선행되어야 하며, 유지용수는 염도 등 오염물질이 포함되지 않아야 한다. 우리나라 대부분의 도심하천과 같이 하천폭이 좁은 하천에 대해 산책로 등을 조성하거나 소규모의 보나 어도 등 수리구조물을 설치하는 경우에도 하천의 자연성과 식생의 번식여건이 최대한 유지될 수 있도록 해야 한다. 앞으로 본 연구성과를 바탕으로 각 하천

Table 15. The Number of Plant Community

Vegetation Type	The Number of Plant Community				
	Mugeo-cheon	Yaksa-cheon	Yeocheon-cheon	Myeongjeong-cheon	Cheokgwa-cheon
<i>Aquatic plant colony</i>	3	6	6	4	4
<i>Annual herb plant colony</i>	4	3	3	2	4
<i>Perennial herb plant colony</i>	4	3	4	1	6
<i>Shrub plant colony</i>	2	-	-	-	3
<i>Arbor plant colony</i>	-	-	-	1	1

에 대한 식생 등 하천환경의 변화를 지속적으로 조사분석하고, 식생변화 요인과 하천의 물리적변화에 대한 상관성을 면밀히 분석하여 정량적 관계를 제시할 예정이다.

References

- Braun-Blanquet, J. (1964). *Pflanzensoziologie*, 3rd ed. Springer, Wien-New York. <http://211.114.21.20/alienspecies/>.
- Cho, H.J., and Kang, H.S. (2013). "The investigation of faunal habitat based on ecological restoration of Urban Streams in Ulsan." *Journal of Korea Society of Environmental Restoration Technology*, Vol. 16, No. 5 pp. 1-17.
- Jeong, J.A., Kim, H.J., and Lee, E.H. (2004). "The comparison of plants and vegetation transect in a straight and a restoration section: A case study of Bulgwang stream in Seoul, Korea." *Korean Journal of Environment and Ecology*, Vol. 18, No. 1 pp. 61-74.
- Kim, E.J., Cho, K.H., and Kang, J.G. (2014). "The study of correlation between riparian environment and vegetation distribution in Nakdong River." *Journal of Korea Water Resources Association*, Vol. 47, No. 4, pp. 321-330.
- Lee, C.B. (2003). *Coloured flora of Korea*. Hyangmoonsa.
- Lee, U.C. (1996). *Coloured flora of Korea Standards*. Academibook.
- Melchior, H. (1964). *A Englesr's syllaabus der pflanzenfamilien*. Germany.
- Ministry of Construction & Transportation (2001). *Cheokgwa-cheon water system river maintenance master plan (Cheokgwa cheon, Dusan cheon, Seosa cheon, Oesa cheon)*. Ulsan Metropolitan City.
- Ministry of Environment (2008). River ecosystem health research and Assessments results.
- Park, G.H., Yoo, J.H., and Yoon, Y.C. (2010a). "The characteristics and flora of Changwon and Nam streams located in Gyeongsangnam-do." *Korean Journal of Environment and Restoration*, Vol. 13, No. 5, pp. 12-27.
- Park, G.H., Yoon, Y.C., Lee, U.S., and Yoo, J.H. (2010b). *Vascular plants of Naedong stream in Changwon-si*. The plant resources society of Korea scholarship symposium, C-P-4:24.
- Park, S.H. (2001). *Color atlas of naturalized plant in Korea* (Deuxieme). Ilchokak.
- Raunkiaer, C. (1934). *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford. 632pp.
- Ulsan Metropolitan City (2001). Mugo-chon ecological river construction feasibility study research.
- Ulsan Metropolitan City (2009). Yecheon-cheon ecological river construction feasibility study research.

논문번호: 14-043	접수: 2014.06.03
수정일자: 2014.07.02/07.04/07.09	심사완료: 2014.07.09