

## 하천생태계와 경관복원을 위한 도시소하천의 유지유량확보에 관한 연구 - 울산 무거천을 중심으로 -

이 수 식  
울산과학기술대학교 토목환경공학과  
(2007년 2월 6일 접수; 2007년 4월 28일 채택)

## A Study on Securing Instream Flow for Restoring Ecosystems and Riverine Aesthetics of a Degraded Urban Stream - Applied to the Mugeo Stream in the Ulsan Metropolitan Area -

Soo-Sik Lee

Department of Civil & Environmental Engineering, Ulsan College, Ulsan 682-715, Korea  
(Manuscript received 6 February, 2007; accepted 28 April, 2007)

This study was focused on estimating instream flow, and its optimal alternative for securing the required total amount of instream flow was also researched in order to restore ecosystems and riverine aesthetics of the Mugeo Stream, the first tributary of the Taewha River flowing through the center of Ulsan.

In this study the hydraulic and hydrologic conditions and water quality were investigated at specific channel reaches and representative stations of the Mugeo Stream to determine a proper estimate of instream flow. And riverine functions, such as the minimum flow, water quality conservation, fish habitat, and recreation, were considered to restore the environmental functions of the stream.

As a result, the total amount of 11,500m<sup>3</sup>/day was set as the target instream flow for the Mugeo Stream. It was chosen as the optimal alternative for securing the total external supply of 10,000m<sup>3</sup>/day which have to be transferred from the riverbed flow diverted through the Taewha Main river at upstream of Samho bridge. The water quality throughout the Mugeo Stream channels will be improved considerably to 3-4 mg/l of BOD standard if the target instream flow is supplied and sewage is intercepted by the sanitary sewage system.

Key words : Instream flow, Ecosystem, Urban stream, Restoration

### 1. 서 론

인구의 도시 집중 현상과 증대되는 공업 및 산업화로 인해 토지 이용의 극대화가 진행되고 있다. 수문학적 관점에서 볼 때 도시화의 진행은 도시 내 불투수면적의 증가와 배수시설의 발달로 우수의 유출이 급격히 증대되어 침투유량이 증가하였고 하수관거의 확충과 자연수로의 정비로 유출의 진행속도가 빠르게 되어 홍수도달시간이 짧아짐으로 인한 도시형 홍수가 빈번하게 발생하게 되었다. 또

한 환경학적 측면으로 볼 때 수문학적 인자의 변화로 인해 도심하천 생태계가 파괴되고 자정기능을 상실하게 됨으로서 궁극적으로 하천만이 가질 수 있는 친수기능의 상실 등 각종 부작용이 야기되고 있다<sup>1)</sup>.

도시 내의 유일한 휴식공간인 도심하천의 기능회복을 위해서는 하천의 수자원 환경을 종합적으로 고려할 필요가 있다. 하천의 수자원 환경을 회복하고 지속적으로 관리하기 위해서는 수질보전, 어류 등 하천 생태계의 서식처 복원 및 보전, 하천경관, 그리고 수상이용 등 하천의 자연 및 인위적 기능을 보전할 수 있는 하천유지유량 확보방안을 보다 명확하게 제시할 필요가 있다<sup>2,3)</sup>. 따라서 본 연구에서는 우리나라의 대표적인 공업도시인 울산시를 관류

Corresponding Author : Soo-Sik Lee, Department of Civil & Environmental Engineering, Ulsan College, Ulsan 682-715, Korea  
Phone: +82-52-230-0633  
E-mail: ulsanhydro@hanmail.net

하고 있는 태화강의 지류인 무거천을 대상으로 하여 도시 하천 생태환경회복과 경관복원을 위한 적정 유지유량 확보방안에 관하여 검토하였다.

## 2. 도시소하천 유지유량확보과정

### 2.1. 유지유량의 개념적 정의

하천종류별 유지유량 결정방법의 변화과정은 하천을 대하천, 중소하천 및 댐으로 구분하여 시대별로 유지유량설정의 목적과 결정방법을 정의할 수 있으며, 1966년 건설교통부(당시 건설부)에서 시행한 수자원 장기종합 10개년 계획 수립시에 최초로 하천유지용수에 대한 개념을 정의한 이래로 개념의 재정립과 결정방법의 발전을 거듭하고 있다<sup>4)</sup>.

우리나라에서 하천유지유량에 대한 개념의 변화는 개념정립 이전시기(해방 이전까지)와 염수피해방지 개념적용시기(해방이후부터 '70년대까지) 및 환경문제 대비 개념 도입시기('80년대 : 수질 악화 등 환경문제가 시대적 요구 사항으로 대두되면서 유수 청결문제에 초점을 둔 시기, '90년대 : 수질문제 뿐만 아니라 자연 생태계, 인간의 친수성, 그리고 정서함양과 같은 하천환경요소를 고려하기 시작한 시기)로 대별할 수 있으며, 최근에는 이수·치수는 물론 환경요소를 고려한 하천유지유량 결정의 필요성이 대두되고 있는 실정이다<sup>5,6)</sup>.

도시하천의 기능을 유지하기 위한 항목별 필요유량은 하천법과 그 시행령, 갈수 대책 업무규정, 및 하천시설기준 등에서 정한 하천의 9가지 기능(수질보전, 생태계(어류)보전, 경관, 수상이용, 염수침입방지, 하구막힘 방지, 하천관리시설 보호, 지하수위 유지 및 어업 등)을 만족시킬 수 있는 최소한의 유량으로 정의한다<sup>7)</sup>.

즉, 하천유지유량은 항목별 필요유량을 조합하여 하천구간 또는 지점별로 설정한 목표유량(환경보전유량)을 평균갈수량과 비교하여 큰 값을 하천유지유량으로 정의하며, 90년대 이후에는 하천의 수질문제 뿐만 아니라 하천생태계, 경관, 수상이용 등 하천환경기능을 충족시키는 하천유지유량의 결정 방법 등이 대두되었다.

$$\text{하천유지유량} = \text{Max.}(\text{평균갈수량}, \text{환경보전유량}) \quad (1)$$

$$\text{하천관리유량} = \text{하천유지유량} + \text{이수유량} \quad (2)$$

여기서, 평균갈수량은 하천자체가 기본적으로 가지는 고유권한으로 자연상태의 평균갈수량이며, 환경보전유량은 주운·염해방지·수질보전 등의 9가

지기능을 종합적으로 고려하여 갈수시에도 유지해야 할 유량이다.

### 2.2. 유지유량의 결정과정

도시하천의 특성에 맞는 하천 유지유량은 연구대상 하천의 현황 파악, 하천의 구분과 대표지점의 선정, 항목별 필요유량의 검토 및 대표지점에 대한 정상유량(normal discharge)의 검토과정을 거쳐서 결정하게 된다.

먼저, 하천환경의 파악은 연구대상 하천의 유황과 하천 유입·취수량·하도상황·자연환경 및 사회환경 등을 조사하며, 연구대상 하도의 구분에 있어서는 하천의 모든 구간에서 유수의 정상적인 기능을 할 수 있도록 종단적 특성과 같은 하천환경 특성을 종합적으로 고려하여 동일 구간내의 특성이 유사하도록 기준지점과 보조지점으로 구분하여 분류한다.

다음으로, 하천구간별로 각 하천환경의 항목별 필요유량을 결정하고 구간내 취·배수량을 고려하여 주요지점별로 하천유지유량(혹은 하천관리유량)을 산정하게 되며, 산정된 하천유지유량(혹은 하천관리유량)이 과다한 경우 대상하천의 자연적, 사회적 특성과 하천유지유량의 공급 가능성 등을 재검토한다. 마지막으로 하천환경의 제반 요소 중 갈수량, 하천 수질, 생태계(어류), 수상위락 및 하천경관 등 하천유지유량으로의 정량화(수리량화)가 가능한 항목에 대하여 하천특성에 적합한 하천유지유량을 산정한다.

또한, 하천유지유량의 산정기준이 되는 항목별 필요유량 결정방법과 기준은 하천의 9대 기능유지를 위한 필요유량 및 기타 정성적인 항목을 고려한 필요 유량으로 정의할 수 있으나, 본 연구에서는 수질 및 생태계를 보전하기 위한 유량을 필요유량으로 산정하였다.

## 3. 연구대상하천의 특성

### 3.1. 수문지형학적 특성

본 연구의 대상유역인 무거천은 울산광역시 남구 무거동 염골 저수지 상류에서 발원하여 사행을 거듭하면서 동류하다가 옥현 1교 지점에서 우안측으로 옥동 저수지와 합류하면서 우안의 아파트단지를 지나 남류하여 태화강 우안측으로 합류된다<sup>8)</sup>.

무거천은 유역면적 5.67 km<sup>2</sup>, 유로연장 4.34 km인 지방2급 하천으로 하천 형상은 수지형(樹枝形)을 이루고 있다. 하천의 하상경사는 상류부가 1/60 정도로 급하고 중·하류부는 1/100~1/300 정도이다.

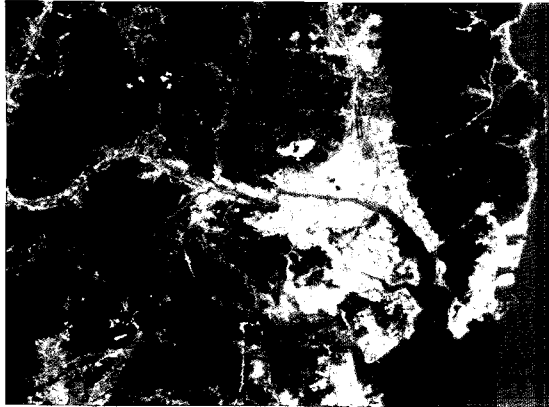


Fig. 1. Image of the study area.

먼저, 유역의 수문지형학적 특성을 검토하기 위하여 국립지리원 발행 1/5,000 수치지도를 ArcView GIS 3.2a software를 이용하여 분석하였으며, 각 지점별 유역면적 및 유로연장, 유역평균폭, 형상계수는 다음 Table 1과 같고 유역의 고도별 분포특성을 분석한 결과 Table 2 및 Fig. 2와 같았다.

다음으로 농촌진흥청의 정밀토양도를 이용하여 연구대상유역의 토양형을 분석한 결과 Fig. 3(a)와

Table 1. Basin characteristics

Basin area A(km <sup>2</sup> )	River length L(km)	Basin's averag width A/L (km)	Shape factor A/L <sup>2</sup>
6.24	4.72	1.32	0.28

Table 2. Distribution of altitude

Altitude	<50	50<	100<	150<	200<	250<	300<
Area(km <sup>2</sup> )	6.24	2.53	0.88	0.36	0.18	0.08	0.02
Area ratio(%)	100	40.49	14.12	5.77	2.95	1.31	0.28

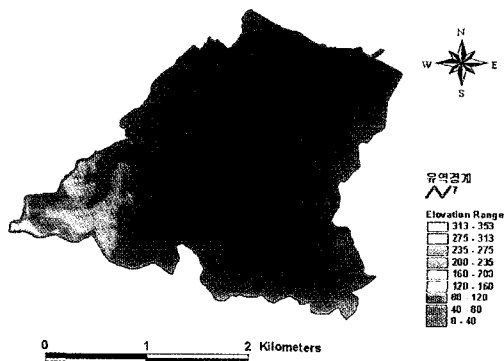


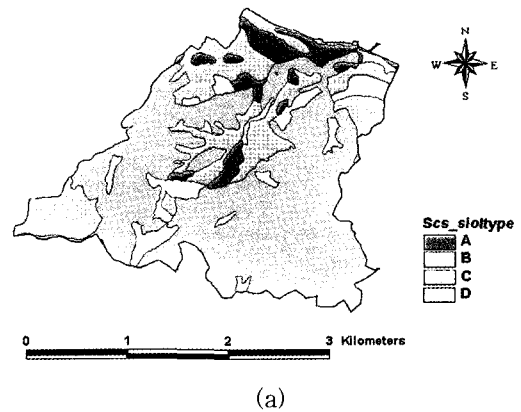
Fig. 2. Elevation map of the study area.

같았으며, 연구 대상 유역의 토지이용현황은 Fig. 3(b)와 같이 농경지 0.20km<sup>2</sup>(3.17%), 임야 3.72 km<sup>2</sup> (59.69%), 나지 0.15 km<sup>2</sup>(2.33%), 도로 0.55 km<sup>2</sup> (8.82%), 주거지 1.54 km<sup>2</sup>(24.66%), 기타 0.08 km<sup>2</sup> (1.34%)로 구성되어 있음을 알 수 있었다.

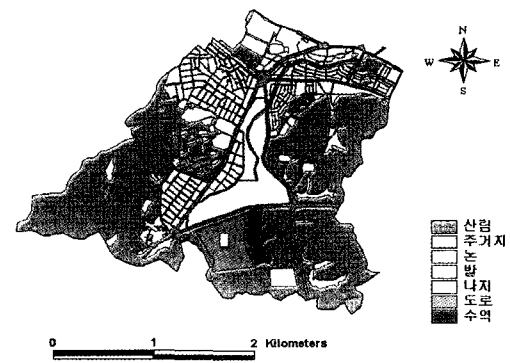
### 3.2. 유역의 수문학적 특성 및 수질 특성

본 연구대상유역의 수문학적 특성을 조사한 결과 Table 3과 같이 수자원 총량은 6,967 × 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>로서 유출유량은 전체수량의 55 %에 불과하며, 이 중 67 %에 해당하는 수량이 홍수기중에 유출되는 것으로 조사되었다.

본 연구에서는 무거천 생태환경조성을 위하여 수질현황을 조사하였으며 지표수의 채취방법은 현지 측정조사를 실시하고, 각 조사항목은 수질오염 공정시험방법에 준하여 분석하였다. 따라서 무거천 하도의 수리분석 결과 Table 4와 같이 BOD기준 환경기준치 V등급이하로서 수질이 매우 악화된 것으로 조사되었으며, 이 값은 1996년과 2001년도 조



(a)



(b)

Fig. 3(a). Soil map, (b). Land use.

Table 3. Hydrological characteristics of river basin

	Volume	Ratio
Total volume	6,967 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	100.0%
Runoff	3,831 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	55.0%
Loss ratio	3,136 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	45.0%
Flood period	2,566 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	36.8% (67%)
Normal period	1,265 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	18.20% (33%)

Table 4. Result of water quality analysis (unit : mg/L)

Item	Water quality		
	1996	2001	2003
pH	7.120	7.470	7.160
BOD(mg/L)	14.700	26.300	14.200
SS(mg/L)	-	21.000	8.000
DO(mg/L)	23.9	-	0.260
Total coliform group/100mL	16,667	-	-
ABS(mg/L)	0.500	-	0.012
T-P(mg/L)	10.573	-	0.679
T-N(mg/L)	8.425	9.111	3.853
COD(mg/L)	12.900	17.400	25.600

1996 : KNHC(Korea National Housing Corporation)<sup>9)</sup>  
 2001 : Ulsan metropolitan.namgu office<sup>10)</sup>

사결과에 비하면 많이 양호해졌으나 이 또한 환경 기준치 V등급 이하인 것으로 조사되었다. 이는 하수관거 정비가 미진하여 주변 도시지역의 하수가 무거천으로 유입되기 때문인 것으로 판단된다.

### 3.3. 무거천의 생태계 현황

본 연구대상인 무거천(옥현주공1단지에서 주차장으로 복개된 지점)의 식생, 수생 및 수변식물 등의 조사결과 관속식물상은 총 28과 61속 65종 10변종 1품종을 포함하여 76종이 분포하고 있는 것으로 조사 되었다.

또한 무거천의 어류생태특성은 다음 Table 5와 같이 환경부<sup>11)</sup>에서 조사된 태화강 어류생태조사 결과를 이용하였다. 결과에 따르면, 1960년대까지 태화강의 수질은 양호한 상태로서 송어와 큰가물치, 연어 등 많은 물고기들이 서식하고 있었고 지역의 주민들이 이 물을 식수로 사용할 수 있을 정도로 맑았다. 그러나 하천주변의 개발과 산업의 급속한 발달로 인하여 하천의 수질은 악화되었고, 생태계 조사결과 태화강에는 붕어, 물개, 모래무지, 돌고기, 피라미, 갈겨니, 파랑볼우렁, 꼭저구 등 8종의 어류가 서식하고 있는 것으로 조사되었다.

## 4. 적정수문량 산정

### 4.1. 기준

무거천에서는 이수목적으로 하천유량의 수요가 거의 없으므로 본 연구에서는 무거천의 생태계 보전을 위한 유지유량을 하천관리유량이 아닌 하천유지유량 확보를 대상으로 하였다. 일반적으로 하천유지유량 산정은 하천이 가지고 있는 고유의 갈수량, 하천생태계(어류), 하천경관 등 정량화가 가능한 항목에 대해 하천의 특성자료를 이용해 산정하게 된다<sup>12,13)</sup>. 그러나 본 연구에서는 “2.2 유지유량의 결정과정”에서 정의한 바와 같이 무거천의 생태계와 경관 복원을 위한 유량을 무거천의 적정 유지유량으로 하였다. 따라서 무거천 하도의 유지유량 확보의 기준이 되는 어류 생태계 복원을 위하여 태화강 대표어종으로 선정된 8개 어류의 산란기, 치어기, 성어기별 수리특성 조건을 Table 5와 같이 결정하였다<sup>14)</sup>.

### 4.2. 하천생태계를 고려한 수문량 산정

무거천의 생태환경회복을 위한 적정수문량 결정은 가급적 깊은 수심을 확보하고 여울과 소가 충분히 설치되면서 식생과 자연스러운 사행이 형성되도록 저수로부를 조성하는 것으로 검토하였다.

Table 5. Hydraulic and water quality for reservation of ecosystem(Tae-hwa river)

Item	Water depth(cm)			Velocity(m/s)			Water quality(ppm)	
	Spawning	Fingerling	Adult fish	Spawning	Fingerling	Adult fish	DO	BOD
Zacco temminckii	5~30	10~20	20~50	5~10	20~30	30~80	5+	2.5~5
Zacco platypus	10~20	10~30	20~50	10~20	10~20	30~60	3+	2.5~5
Pungtungia herzi	10~30	10~30	20~50	10~20	20~30	30~50	3+	2.5~5
Squalidus gracilis majimae	10~30	10~30	20~50	10~20	20~30	30~50	3+	2.5~5
Pseudogobio esocinus	10~30	10~30	20~50	5~10	10~20	30~50	3+	2.5~5
Carassius auratus	10~30	10~20	30~50	5~10	10~20	20~30	2+	5~10
Aphyocypris chinensis	10~20	10~30	20~50	5~20	10~15	20~30	2+	5~10
Chaenogobius annularis	10~30	10~20	20~50	5~10	10~20	20~30	2+	5~10

Choi(1995)<sup>14)</sup>

먼저, 자연형 하천 조성시 목표수량에 따른 수심, 유속, 수질 등을 확보하기 위해서는 하상경사를 1/900~1/1,600로 조정이 필요하며 이를 위해서는 많은 “여울”을 두되, 여울의 경사가 1/10~1/20 이하 유지되도록 하며 여울을 ‘어도’로 활용하고, ‘소’를 충분히 활용하도록 하였다.

다음으로 저수로 하폭은 현재 4~5 m 전후이고, 전하폭은 15~40 m 전후이므로 목표수량에 따라 최소한의 수심 및 유속 등을 유지하기 위해 저수로 하폭을 4.0 m 전후로 조정할 필요가 있으며 구간에 따라 자연스럽게 조정할 수 있도록 하도 선형을 개수토록 하였다.

마지막으로 하도의 수심은 물고기 생존에 필요한 최소한의 수심 유지로 0.15 m로 설정하며, 물고기 종류별, 성장조건(산란, 치어, 성어)등을 고려하여야 하나, 태화강과 연계하여 생존과 생태계 유지에 필요한 최소한의 수심인 0.1 m 보다 다소 크게 설정 하여야 할 것이다. 또한 유속은 흐름을 느낄 수 있는 최소유속(0.1 m~0.2 m/s)으로 유지하여야 하며, 여울을 제외한 구간에 일정한 수심유지와 유속이 동시에 충족되어야 할 것을 고려해야하며 물고기 이동에 지장을 주지 않는 충분히 완만한 경사를 유지해야 할 것이다. 또한, 배수구를 통한 생활하수 유입 최소화하며 비점원오염원 등 처리방법 강구하여 물고기 생존, 생태계 유지, 경관유지가 가능해야 할 것이다. 이상과 같은 하천유지유량 산

정기준을 이용하여 계산한 무거천의 목표유지유량은 Table 6과 같았다.

그 결과, Table 7과 같이 “물고기가 살 수 있고 생태계가 보존되는 무거천”의 개념에서 하상경사 1/1,200, 조도계수 0.035, 유속 0.22 m/s, 수심 0.15 m의 조건으로 목표유량을 11,500 m<sup>3</sup>/day로 결정하였다. Table 7에서 목표수심이란 목표수라으로서 물고기 생존에 필요한 최저수심으로 정의하였다.

#### 4.3. 목표유지유량 확보방안 비교 검토

무거천 목표유지유량 확보방안으로 첫째, 태화강 복류수 개발이 있다. 이 방안은 폐쇄된 다운정수장의 지하수 취수시설을 복원 활용하고, 척과천 합류 등 복류수 형성조건이 가장 유리하고 또 관로매설 등의 비용이 작게 소요될 것으로 판단되는 삼호교 상류지역에서 복류수를 개발하는 것이 적합하다고 본다. 둘째, 중구 다운동 전역 급수인구 22,000명에게 생활용수를 공급하던 다운정수장 심정시설을 재개하는 방안이 있다. 이 방안은 심정이므로 태화강의 표류수나 유지유량 등에는 직접적인 영향을 미치지 않으면서 시설용량이 11,000 m<sup>3</sup>/day에 달해 무거천에 목표유지유량을 공급할 수 있어 효율적인 방안이 될 것이다. 그 밖에 태화취수장 활용이나 범서 입암취수장, 용연하수처리장, 언양 하수처리장 등을 활용하여 무거천의 유지유량 확보방안으로 고려할 수 있을 것이다.

Table 6. Comparison of maintenance flow

Water surface width (Lowflow condition)	Roughness coefficient	Velocity, Outflow	Bed slope					Remarks column	
			1/400	1/600	1/900	1/1,200	1/1,600		
3.5m	0.03	V(m/s)	0.4451	0.3634	0.2938	0.2570	0.2230	proposal	
		Q(m <sup>3</sup> /s)	0.2337	0.1908	0.1542	0.1349	0.1171		
		Q(m <sup>3</sup> /day)	20,190	16,483	13,326	11,657	10,115		
	0.035	V(m/s)	0.3815	0.3115	0.2518	0.2202	0.1911		
		Q(m <sup>3</sup> /s)	0.2103	0.1635	0.1322	0.1157	0.1004		
		Q(m <sup>3</sup> /day)	17,304	14,123	11,422	<u>9,992</u>	8,670		
	0.04	V(m/s)	0.3340	0.2726	0.2200	0.1927	0.1669		
		Q(m <sup>3</sup> /s)	0.1753	0.1431	0.1157	0.1012	0.088		
		Q(m <sup>3</sup> /day)	15,142	12,363	9,994	8,740	7,570		
	4.0m	0.03	V(m/s)	0.4481	0.3659	0.2957	0.2587		0.2240
			Q(m <sup>3</sup> /s)	0.2688	0.2195	0.1774	0.1552		0.1344
			Q(m <sup>3</sup> /day)	23,228	18,966	15,331	13,411		11,614
0.035		V(m/s)	0.3841	0.3136	0.2535	0.2217	0.1920		
		Q(m <sup>3</sup> /s)	0.2305	0.1882	0.1521	0.1330	0.1152		
		Q(m <sup>3</sup> /day)	19,911	16,259	13,139	<u>11,495</u>	9,953		
0.04		V(m/s)	0.3361	0.2744	0.2218	0.1940	0.1660		
		Q(m <sup>3</sup> /s)	0.2016	0.1647	0.1331	0.1164	0.1008		
		Q(m <sup>3</sup> /day)	17,422	14,226	11,497	10,058	8,709		

Table 7. Decision of the Mugeo stream in the maintenance flow

River	Target depth(m)	Roughness coefficient	Slope	Water surface width (Lowflow condition)				Remarks column
				3.5m		4.0m		
				Velocity(m/s)	Outflow(m <sup>3</sup> /day)	Velocity(m/s)	Outflow(m <sup>3</sup> /day)	
Mugeo Stream	0.1	0.035	1/1,200	0.171	5,178	0.172	5,945	proposal
	0.15	0.035	1/1,200	0.220	9,998	0.222	11,503	
	0.2	0.035	1/1,200	0.262	15,872	0.265	18,297	
	0.3	0.035	1/1,200	0.333	30,175	0.337	34,913	

따라서 무거천과 인접한 태화강 수계와의 연계 및 기존 시설 등의 활용 가능성을 고려하여 가장 효율적이고 합리적인 유지용수 확보방안을 검토한 결과 태화강 본류 삼호지역에 태화강 복류수를 개발하여 무거천 상류에 공급하면 다시 무거천 하류를 통해 태화강으로 되돌아오게 되므로 태화강의 유지용수 유지에도 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다.

본 연구 결과 무거천 유지유량확보를 위한 복류수 개발지점의 선정은 첫째 복류수의 형성과 수량이 풍부하고, 둘째 취수를 위한 시설이 쉽고 비용이 작게 소요되며, 셋째 유지관리가 용이해야 한다는 기본적인 관점에서 볼 때 척과천 합류부 약 100m 지점으로 선정하였다. 선정된 지점의 상류일대에는 하천의 수심이 깊고 수면폭도 넓은 큰 웅덩이와 흐름이 형성되고 있어 하류부에 복류수의 형성 가능성이 매우 높은 지역이다. 그리고 가압장을 설치할 예정인 다운정수장과도 가까워 개발비용과 유지관리 측면에서 가장 유리할 것으로 판단된다.

4.4. 적정유량 공급에 따른 수질 개선 효과

하천의 적정수문량은 일반적으로 기준갈수량을 기준으로 결정되어 왔으나 환경보전의 요구에 의해 그 개념을 달리해왔다. 국내에서는 하천유지유량 결정에 대한 정량적 분석은 1995년 건설기술연구원에서 ‘하천유지유량 결정방법의 개발 및 적용’의 연구를 통해 QUAL2E모형<sup>15)</sup>을 이용한 바 있다.

그러나 본 연구에서는 목표유지유량의 공급여부와 하수차집관거의 오염물 정도에 따른 각 지점별 수질개선 효과를 검토하였다. 이를 위해, 수질측정 자료는 ‘무거천 생태하천조성 타당성 조사연구(남구청 2001)’를 이용하였으며, BOD 수치는 구간별로 평균값을 사용하였다. 그리고 점오염원의 BOD 농도는 하수처리장으로 들어오는 생활하수의 평균 BOD 농도가 80~150 mg/L의 수치를 보이는 것을 감안하여 무거천에 80 mg/L을 적용하였다.

무거천에 대해 현상태와 목표유지유량을 공급할

때에 대한 수질개선 효과를 비교한 결과 수질이 10 ppm(BOD) 이하로 뚜렷이 개선되는 것을 확인할 수 있다. 현상태를 기준으로 오수차집율을 0%~100%로 가정하고, 그 정도에 따른 수질개선효과를 검토한 결과 Fig. 4 및 Fig. 5와 같았다.

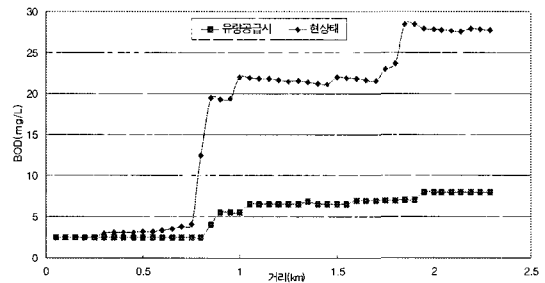


Fig. 4. Quality of water improvement effect.

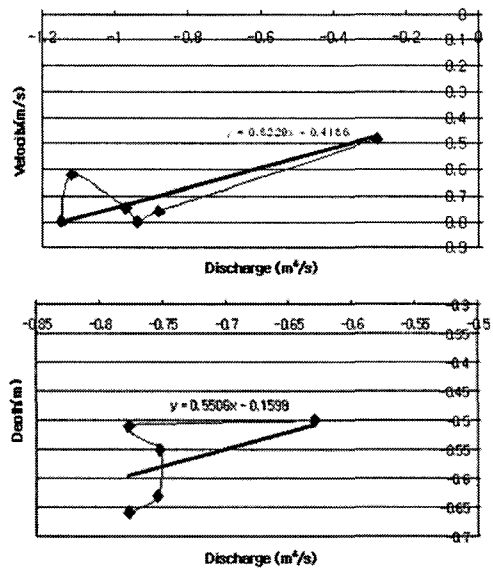


Fig. 5. Quality of water improvement effect on the maintenance flow.

## 5. 결 론

본 연구에서는 우리나라의 대표적인 공업도시인 울산시의 태화강의 제1지류인 무거천을 대상으로 하여 생태 환경회복을 위한 적정수문량 산정을 위하여 무거천의 수리·수문학적 특성과 유수의 변동상태(수심, 유속 등), 수질학적 특성을 조사하여 분석 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 먼저, 무거천 목표 유지유량은 11,500 m<sup>3</sup>/day로 하고, 외부공급유량 10,000 m<sup>3</sup>/day은 태화강 삼호교 상류지역의 복류수를 개발하여 공급하는 것이 가장 효율적일 것으로 판단된다.

다음으로 무거천에 목표유지유량을 공급하고 관거의 오접 등을 고려한 실제 하수차집율에 80% 이상되는 경우, 무거천의 수질은 전구간 3~4 ppm 이하로 개선될 수 있을 것으로 예상된다.

마지막으로 무거천에 설치되어 있는 보나 낙차공 등은 철거하여 여울과 소 등을 조성하되, 충분한 사행과 식생을 확보하여 생태계가 복원될 수 있도록 유도 하는 것이 유지유량의 효율성을 극대화 하는 방안이 될 수 있을 것으로 판단된다.

## 참 고 문 헌

- 1) Karr J. R., Schlosser I. J., 1997, Impact of Near Stream Vegetation, Stream Morphology on Water Quality, Stream Biota, U.S. EPA, Ecological Research Series, EPA-600/3-77-097.
- 2) Swales S., O'Hara K., 1980, Instream Habitat Improvement Devices, Their Use in Freshwater Fisheries Management, Jr. of Environmental Management.
- 3) Lowrance R., Leonard R., Sheridan J., 1985, Managing Riparian Ecosystems to Control Nonpoint Pollution, Jr. of Soil, Water Conserv., 40, 87-92.
- 4) 우효섭, 김규호, 1995, 하천유지유량 결정방법의 개발 및 적용”에 관한 연구보고서, IPD-95.
- 5) 김규호, 김선미, 이삼희, 우효섭, 1996, 하천유지유량 결정방법의 개발 및 적용 : II. 적용 및 결과, 한국수자원학회지, 29(5), 185-202.
- 6) 박노삼, 이수식, 안승섭, 1998, 수질관리를 위한 도시하천 유지유량 결정에 관한 연구, 대한환경공학학회지, 20(2), 287-304.
- 7) 김규호, 이진원, 홍일표, 우효섭, 1996, 하천유지유량 결정방법의 개발 및 적용 : I. 산정방법, 한국수자원학회지, 29(4), 161-176.
- 8) 울산광역시, 2004, 무거·여천천 하천유지수 확보사업 기본계획보고서.
- 9) 대한주택공사, 1996, 무거천하천정비기본계획 보고서.
- 10) 울산시 남구청, 2001, 무거천 생태하천조정 타당성 조사연구 보고서.
- 11) 환경부, 1987, '87 자연생태계 전국조사 제 II권.
- 12) 박종화, 조용현, 1996, 자연형 하천계획의 하천 생태학적 기초, 한국수자원학회지, 29(2), 21-26.
- 13) 이수식, 이병호, 안승섭, 이철영, 1997, 태화강 환경조사 및 보전대책연구, 울산.
- 14) 최기철, 1995, 하천관리를 위한 어류 서식처 구조에 관한 연구조사, 한국건설기술연구원.
- 15) Brown L. C., Barnwell T. O., 1987, The Enhanced Stream Water Quality Models QUAL2E, QUAL2E-UNCAS.