

하천 생물서식처의 물리·화학적 특성에 관한 연구

A study on the Physical and Chemical Characteristics of Fluvial Habitat

안태웅*, 최이송**, 오종민***

Tae Woong Ahn, I Song Choi, Jong Min Oh

요 지

1990년대 이후 하천환경에 대한 관심은 치수적 과점에서 이수적 관점, 환경적 관점으로 확대되어 가고 있으며, 이에 부응하여 하천환경을 개선하기 위한 노력이 1990년대 말부터 자연형 하천개발이라는 이름으로 확산되어 우리나라의 하천환경을 크게 변모시켜 나가고 있다. 실제로 자연형 하천은 우리 주변의 하천경관 및 수질을 많이 개선하는 효과를 거두어 왔으나, 하천의 보전 및 복원에 대한 구체적인 기술개발이 없는 상태에서 경쟁적으로 시행되어 비효율성, 비생태성, 비안전성의 문제를 노출시키고 있다. 특히 하천의 다양한 물리적 인자와 복합되어 형성되는 하도서식처 환경들에 대한 이해의 부족은 하천에 서식하는 다양한 생태계의 순환과정 및 연계성을 단절시키고 근본적인 하천환경복원을 어렵게 한다.

최근에 하천환경 복원사업의 근본 목표는 그 하천 고유의 하천경관이나 생태계 등의 특성을 회복(Rehabilitation)시키거나 복원(Restoration)시키는 것으로, 평여울, 급여울, 폐쇄형 하도습지, 웅덩이 등과 같은 하도서식처로서의 물리적 자연환경을 인위적으로 조성하여 원활한 생태환경이 자생될 수 있도록 하기 위한 노력의 일환이다. 그러나 하천 생태계는 물리적 환경에 의해서만 지배되는 것은 아니며, 하천생태계가 원활하게 조성되기 위해서는 그에 따른 적절한 수질이 유지되는 것 또한 중요하다. 물론 자연생태계의 순환과정이 원활해진다면, 하천의 자정능력 향상을 가져오게 되고 그로 인하여 수질도 생태환경에 적합하게 유지되는 것은 자연스러운 이치이다. 결국 자연적으로 조성된 하천에서의 물리적 서식처 환경이 수질에 어떠한 영향을 미치는지 파악하는 것은 앞으로 하천환경 복원사업에 있어서 매우 중요한 요소 중의 하나이다. 따라서 본 연구에서는 물리적 환경인 하도서식처 환경을 조사하고 그에 따른 화학적 특성을 평가해 보았다. 본 연구의 결과는 앞으로 하천복원에 있어서 물리적 서식처 조성과 수질의 상호 연계성 및 복원기술의 타당성을 평가하는데 중요한 지표가 될 수 있을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 생물서식처, 물리·화학적 특성, 하천생태계, 하천복원

1. 서 론

하도서식처(Channel Habitat)는 생물이 서식하는 장소를 의미하며, 형태적으로 일정한 형태를 가진 장소 중 생물이 생활사의 각 단계(먹이섭취, 산란, 우화 등)에서 이용되는 특정의 장소로 정의될 수 있다. 최근의 하천환경 복원사업의 근본 목표는 그 하천 고유의 하천경관이나 생태계 등의 특성을 회복(Rehabilitation)시키거나 복원(Restoration)시키는 것으로, 평여울, 급여울, 폐쇄형 하도습지, 웅덩이 등과 같은 하도서식처로서의 물리적 자연환경을 인위적으로 조성하여 원활한 생태환경이 자생될 수 있도록 하기 위한 노력의 일환이다. 그러나 하천 생태계는 물리적 환경에 의해서만 지배되는 것은 아니며, 하천생태계가 원활하게 조성되기 위해서는 그에 따른 적절한 수질이 유지되는 것 또한 중요하다. 물론 자연생태계의 순환과정이 원활해진다면

* 경희대학교 환경응용과학과 박사과정-E-mail antaewung@hanmail.net

** 정회원-경희대학교 환경연구소 선임연구원

*** 정회원-경희대학교 건설환경공학부 교수

면, 하천의 자정능력 향상을 가져오게 되고 그로 인하여 수질도 생태환경에 적합하게 유지되는 것은 자연스러운 이치이다. 결국 자연적으로 조성된 하천에서의 물리적 서식처 환경이 수질에 어떠한 영향을 미치는지 파악하는 것은 앞으로 하천환경 복원사업에 있어서 매우 중요한 요소 중의 하나이다.

따라서 본 연구에서는 자연하천인 갑천 유역을 대상으로 물리적 환경인 하도서식처 환경을 조사하고 그에 따른 수질의 변화를 평가해 보았다. 본 연구의 결과는 앞으로 하천복원에 있어서 물리적 서식처 조성 과 수질의 상호 연계성 및 복원기술의 타당성을 평가하는데 중요한 지표가 될 수 있을 것으로 판단된다.

2. 연구지역 및 방법

2.1 연구지역

갑천 유역은 행정구역상 우리나라의 중부권역에 위치하여 하류로부터 대전광역시와 충청남도의 논산시 및 금산군에 속하여 있다(그림 1). 충청남도과 전라북도의 경계를 이루는 대둔단(해발 877.7 m)에서 발원하여 논산시를 거쳐 대전광역시를 관류하고, 유등천 및 대전천과 합류하여 대청호 직하류에서 금강분류와 합류된다. 갑천의 유역면적은 648.87 km²이고, 유로연장은 73.7 km이다. 평균 하폭은 150~200 m 범위이고 형상계수가 약 0.17인 비교적 장방형 형상을 하고 있으면서, 대전광역시의 시가지 중심부를 관류하고 있다.

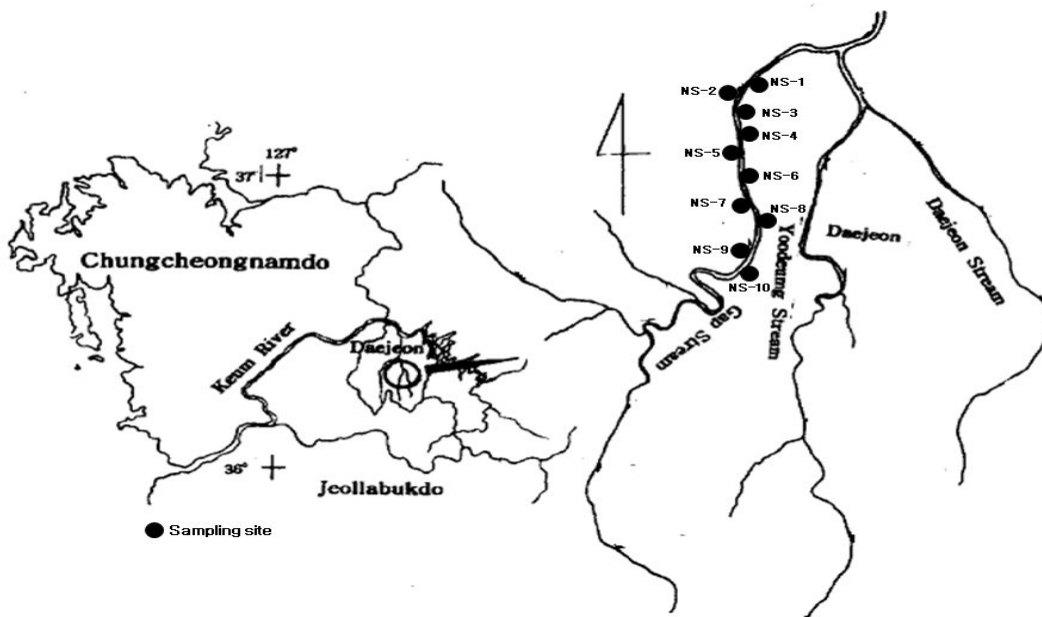


그림 1. 갑천의 조사지점

2.2 시료채취 및 실험방법

갑천 유역의 시료채취는 2007년 3월부터 2008년 2월까지 10지점에 대해 계절별로 실시하였다. 표 1은 각 조사지점에 대한 수질 평가를 위한 분석 항목 및 방법에 대해 나타내었고, 현장 실험은 수온, pH, EC, DO를 측정하였으며, 실내 실험은 SS, BOD, COD, T-N, T-P를 분석하였다. 시료 채취는 각 유역의 특성을 대표할 수 있는 지점에서 하였다.

표 1. 분석 항목 및 방법








분석 항목	분석 방법
수온(°C)	pH meter (pH 330, WTW, Germany)
pH	pH meter (pH 330, WTW, Germany)
EC	EC meter (HI 933100, Hanna, Portugal)
DO	Winkler-Azide Modification
SS	Vacuum Filtration(Glass Fiber Filters, GF/C)
BOD	DO meter(YSI 58, USA)
COD	Acid 100℃ KMnO4
T-N	Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method (UV-1601PC, Shimadzu, Japan)
T-P	Ascorbic Acid Method (SHIMADZU, UV-1601PC)

3. 결과 및 고찰

3.1 조사지점의 특성

갑천의 조사 지점에 대한 현장 조사를 통한 각 지점별 하도 서식처별 특징에 대하여 표 2에 나타내었다.

표 2. 갑천 유역의 각 지점에 대한 하도서식처별 특징

조사 지점	하도 서식처별 특징
NS-1 	폐쇄형 하도습지 : 하상은 낙엽 또는 수변 및 수생식물 퇴적물이 많아 뺨을 형성하고 있다. 정수역이며, 유량은 시기에 따라 변동이 심하고, 투명도는 탁한 편이다.
NS-2 	평여울(Riffle) : 하상은 호박돌이 대부분을 차지하고 있으며 부분적으로 자갈과 작은 자갈이 산재하고 있다. 유속은 느리고, 유량은 비교적 풍부한 편이며, 투명도는 높다.
NS-3 	급여울(Run Riffle) : 하상은 호박돌이 대부분을 차지하고 있으며, 부분적으로 자갈과 작은 자갈이 산재하고 있다. 유속은 매우 빠르고, 투명도는 높다.
NS-4 	개방형 습지 : 하상은 수변 및 수생식물 퇴적물이 많아 뺨을 이루고 있다. 투명도는 탁한 편이다.
NS-5 	M형 웅덩이(Meander type pool) : 하상은 대부분 자갈 및 작은 자갈로 이루어져 있으며, 일부 호박돌이 있다. 유량은 비교적 풍부한 편이며, 투명도는 높은 편이다.
NS-6 	셋강 : 하상은 모래 및 진흙으로 이루어져 있으며, 일부 호박돌이 있다. 유량은 비교적 풍부한 편이며, 유속은 느린 편이다.
NS-7 	구하도 : 하상은 낙엽 또는 수변 및 수생식물 퇴적물이 많다. 정수역이며, 유량은 풍부한 편이며, 투명도는 탁한 편이다.
NS-8 	정검 여울 : 하상은 호박돌이 대부분을 차지하고 있으며 작은 자갈이 산재하고 있다. 유속은 느린 편이고 유량은 비교적 풍부한 편이고, 투명도는 높다.
NS-9 	S형 웅덩이(Substrate type pool) : 하상은 호박돌, 자갈, 작은 자갈과 모래(진흙)가 혼재하여 있다. 유속은 비교적 빠르고 구간유량은 비교적 풍부한 편이며, 투명도는 높은 편이다.
NS-10 	D형 웅덩이(Dam type pool) : 하상은 모래가 대부분이며, 호박돌이 듬성듬성 있다. 유속은 느리고, 유량은 비교적 풍부한 편이며, 투명도는 높다.

3. 조사 결과

본 연구에서는 각 지점별 특성을 보기위하여 계절별로 측정된 4개의 자료를 평균하여 각 지점별 농도로 나타내었다. 일반항목에 대한 결과에 있어서 수온은 11.9~13.0℃의 범위로 지점별로 큰 차이가 없었다. 또한 pH는 7.18~8.30으로 일반적인 하천에서의 pH 범위보다 약간 높게 나타났으며, EC는 134~155 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 의 범위로 낮게 나타나 주변 환경으로부터의 오염영향은 크지 않은 것으로 판단된다. DO는 7.7~9.0 mg/L의 범위로 나타나 비교적 높은 편으로 판단된다.

갑천 유역의 지점별 수질분석 결과는 그림 2에 나타내었다. 결과로부터, SS 농도는 5.9~31.0 mg/L 사이의 범위로 나타났으며, NS-1지점에서 SS 농도가 31.0 mg/L로 가장 높은 농도를 보였고 NS-7 지역도 12.7 mg/L로 비교적 높게 나타났다. BOD 및 COD 농도는 각각 1.6~6.1 mg/L, 2.8~7.9 mg/L의 범위로 나타났으며, BOD에 따른 하천환경기준으로 보면 2~4등급의 범위를 보였으며, SS와 마찬가지로 NS-1 지점이 가장 높게 나타났다. 생물성장에 있어서 중요한 인자로 파악되는 영양물질인 T-N 및 T-P의 농도는 각각 1.85~2.87 mg/L, T-P 0.049~0.288 mg/L의 범위를 보였으며 특히 폐쇄형 하도습지의 특성을 보인 NS-1지점의 농도가 높게 나타났다.

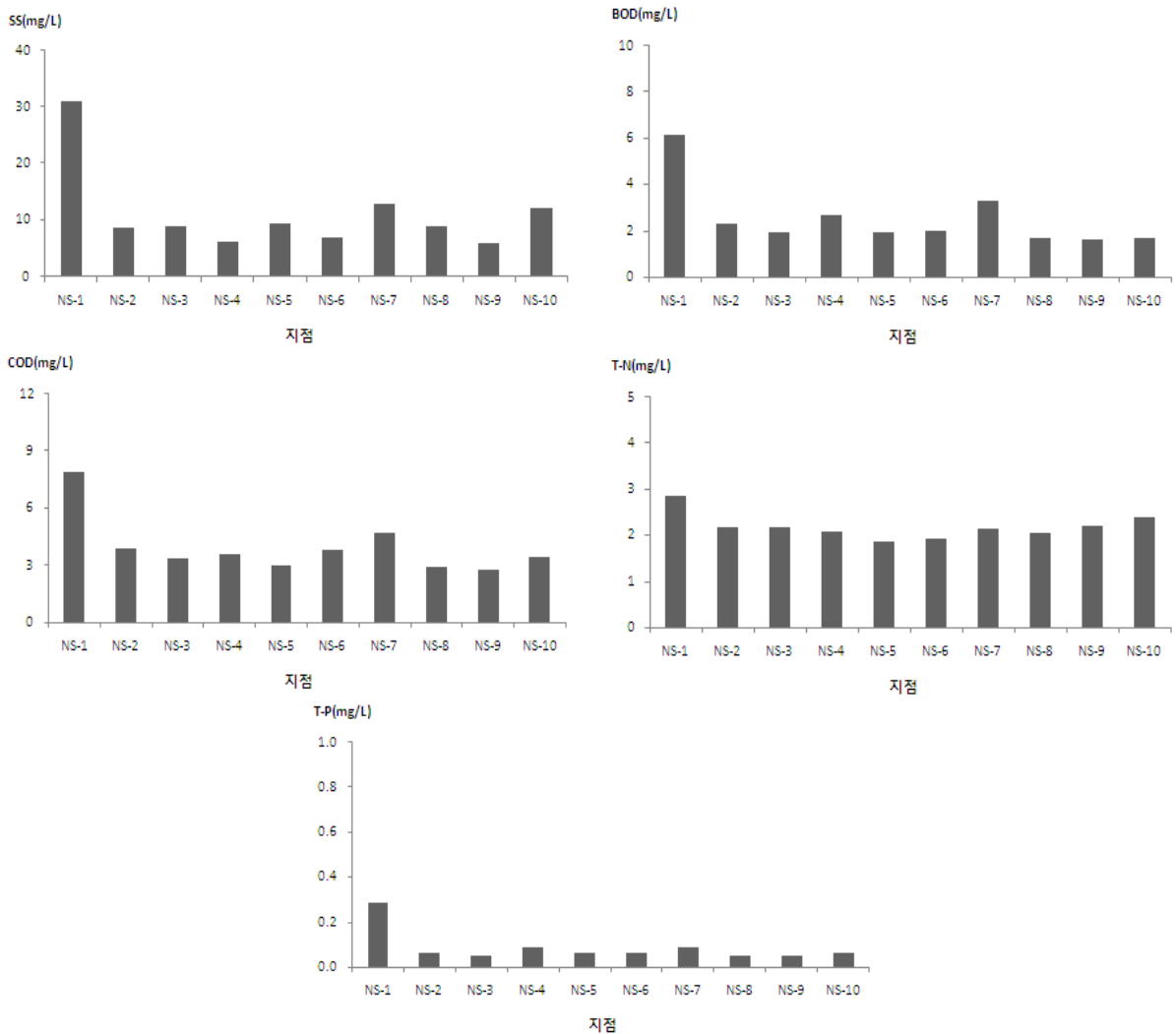


그림 2. 갑천유역의 각 지점별 수질 특성 분석 평가

갑천 유역에서 오염물질의 농도가 가장 높게 나타난 NG-1지점은 폐쇄형 하도습지이며, 다른 구간과 달리 유입 및 유출이 없어 회석작용에 의한 자정작용을 기대하기 힘들고 생물생산에 의한 내부오염물질의 지속적인 축적작용으로 오염농도가 높아진 것으로 판단된다. NG-4 지점은 개방형습지이며, 습지의 특성을 갖고 있음에도 불구하고 BOD, COD, 영양물질의 분석 결과가 낮게 나타났는데, 이는 하천의 유입이 계속적으로 일어나고 회석작용이 일어났기 때문으로 사료된다.

여울은 공기와의 접촉을 통해 수중 용존산소량을 증대시키고, 수중 미생물과 조류의 활동을 활성화시키는 평여울, 급여울 등에서 오염물질의 농도가 낮아지는 특성을 보였으며, 구하도인 NG-7지점에서 다시 오염물질이 증가하는 경향을 보였다. 이는 NG-7 지점이 과거 폐쇄형 습지였으며, 비교적 유속이 느리고 식생이 서식하고 있어 물질순환작용이 빠르게 일어나면서 오염물질의 농도가 높아진 것으로 판단된다. 다만 하천과 차단되어있는 NG-1지점과는 달리 NG-7지점은 하천에서의 유입이 지속적으로 일어나며 그로 인한 회석작용의 영향으로 NG-1지점에서와 같이 높은 오염물질 농도를 나타내지 않은 것으로 판단된다. 또한 유속이 느린 D형 웅덩이인 NS-10 지점도 비교적 오염물 농도가 높았다.

4. 고찰

본 연구에서는 자연하천인 갑천 유역을 대상으로 물리적 환경인 하도서식처 환경을 조사하고 그에 따른 수질의 변화를 평가하였다. 본 연구 결과, 갑천 유역의 폐쇄형하도습지, 샛강과 같이 유속이 매우 느리거나 정체구간에서 오염물질의 농도가 높은 것으로 조사되었으며, 특히 폐쇄형하도습지에서는 SS가 매우 높은 농도로 조사되었다. 또한, 갑천 유역에서 M형 웅덩이, D형 웅덩이 등 유속이 느리거나 거의 없는 정체수역으로 수질이 다른 지점에 비해 오염농도가 높게 나타났다. 반면에 하상이 자갈 등으로 구성되며, 물살이 빠른 여울에서는 난류과정에서의 활발한 재폭기 및 회석 및 확산작용 등으로 인하여 수질이 양호한 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 앞으로 하천복원에 있어서 물리적 서식처 조성의 상호 연계성 및 복원기술의 타당성을 평가하는데 하나의 지표가 될 수 있을 것으로 판단된다.

감 사 의 글

본 연구는 국토해양부와 한국건설교통기술평가원의 지원을 받아 "자연과 함께하는 하천복원 기술개발"의 일환으로 연구를 수행하였으며 이에 깊은 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. Jae-young Park, Chang-sun Son, Kyung-hee Kim, Jong-min Oh, Effect of stream quality with riverbed shapes(riffle and pool), 2004, p50~57
2. Park, Jae Roh, Lee Hyo Beom, Lim Hyun Man, Study on Restoration of the Stream Environment of Small River, 2005, p93~97
3. Tae-kyoung Kim, Kyoung-hoon Rhee, Sang-ju Yim, Chang-ju Oh, Hyo-sang Kim, A Study on Passive River apply to shore protection method, 2006, p1101~1110