

무심천에 적용한 친자연공법의 조사 및 영향 평가

Assessment of Close-to-nature Techniques for River Channel Restoration in the Musim River

연구방¹⁾, 조용수²⁾, 연인성³⁾, 이삼희⁴⁾

Gyu Bang YEON, Yong Soo CHO, In Sung YEON, Samhee LEE

요 지

무심천에 대한 모니터링은 '무심천 살리기'의 일환으로 이루어진 하천종합조사사업으로써 저수량, 홍수량, 생태계 및 하천공법 등에 대한 조사 및 분석을 수행하고 있다. 모니터링은 5년간에 걸친 사업으로 2007년 5월부터 시작하여 2009년 현재 2차년도 사업을 진행 중이다. 본 연구에서는 특히 무심천에 적용된 하천공법에 대한 조사 및 분석에 국한하였다. 여기서 2002년부터 자연형 하천정화사업에서 적용했던 공법과 이로 인한 수리인자의 변화를 관찰하고, 저수로 호안을 포함한 각종 하천환경 시설물의 수리적 대응도를 분석하여 개선 방안을 제시한 것이다. 무심천의 조사구간은 미호천 합류부로부터 청원군과의 경계인 지북동 경계점 까지이며, 조사 및 분석한 하천연장은 무심천 본류 12.0 km이다.

핵심용어 : 하천공법, 자연형 하천, 수리적 대응도, 무심천 살리기

1. 서 론

무심천은 청주시를 관류하고 있어 상당 구간 도시하천에 해당한다. 과거 맑은 물이 흘렀던 무심천이 1970년대 도시화와 산업화를 겪으면서 도시구간에는 온갖 쓰레기가 버려지고 심한 악취가 나는 하수도 하천으로 변하였다. 그래서 무심천을 살리기 위하여 1990년대부터 입안한 무심천 정비사업 계획에 따라, 하수는 하수처리장으로 보내지고, 하천 고수부지를 공원으로 조성하기 시작하는 등 하천환경 개선에 관심을 갖기 시작 하였다. 2002년부터 본격적으로 자연형 하천정비사업에 착수하면서 저수로 하안, 저수로, 고수부지 등 하도내에 여러 하천공법과 함께 여러 시설들을 설치하였다. 그러나 이와 같은 하천환경개선 공법과 제반 시설들이 치수적으로 안전하고 생태계 기능 증진에 적절한 공법인지에 대한 평가가 이루어지지 못했다. 최근에 무심천에서 안정적인 하도관리는 물론 생태·환경 정보 역동성·다양성·고유성을 특성으로 하는 하천생태계 관리라는 새로운 패러다임이 대두하면서 무심천에서 자연형 하천정비사업을 효과적이며, 지속적으로 진행하기 위한 중간 평가의 필요성을 인지하기에 이르렀다. 이에 따라, 본 모니터링 조사사업은 수리/수환경 변화와 생태계의 변화를 조사를 통해 생태·수환경·수리 특성 등 생태복원에 필요한 기초자료를 축적하고, 필요한 공법 등 생태복원 가이드라인의 제시를 통해, 향후 추진될 무심천 하천정비 및 관리에 반영하기 위함이다.

무심천에 대한 모니터링 내용으로는 저수량, 홍수량, 생태계 및 하천공법 등에 대한 조사 및 분석을 수행하는 것이다. 모니터링은 5년간에 걸친 사업으로 2007년 5월부터 시작하여 2009년 현재 2차년도 사업을 진행 중이다. 본 연구에서는 특히 무심천에 적용된 하천공법에 대한 조사 및 분석에 주로 국한하였다. 여기서 2002년부터 자연형 하천정화사업에서 적용했던 공법과 이로 인한 수리인자의 변화를 관찰하고, 저수로 호안을 포함한 각종 하천환경 시설물의 수리적 대응도를 분석하여 개선 방안을 제시한 것이다.

2. 무심천의 유역 개황 및 조사구간

-
- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1) 정회원 · 충청대학교 토목공학과 교수 | · E-mail : gbyeon@ok.ac.kr |
| 2) 정회원 · 충북대학교 건설기술연구소 연구원 | · E-mail : yscho@chungbuk.ac.kr |
| 3) 정회원 · 충북대학교 학술연구 교수 | · E-mail : isyeon@chungbuk.ac.kr |
| 4) 정회원 · 한국건설기술연구원 수자원환경연구본부 본부장 | · E-mail : samhee.lee@kict.re.kr |

청주 시내를 관류하여 흐르는 무심천은 유역면적이 192.80 km²이고 유로연장은 32.4 km이다. 청주시 전체 면적 중 약 45.2%에 해당하는 53.7 km²가 본 무심천 유역으로 배수되어 무심천은 청주시의 도시 구성요소로서 중요한 역할을 차지하고 있다. 청주시는 지역적으로 청원군 내에 위치하고 있어 대부분의 하천이 청원군과 연결되어 있고 금강 수계에 속한다. <그림 1>은 무심천 유역 및 조사구간을 보여주며, 무심천 유역 중에서 청주시 관내로 유입하는 무심천 수계의 지류하천은 월운천, 영운천, 미평천, 명암천, 율랑천, 발산천으로 전부 6개 하천이다. 무심천의 조사구간은 미호천 합류부로부터 청원군과의 경계인 지북동 경계점 까지이며, 조사 및 분석한 하천연장은 무심천 본류 12.0 km이다.

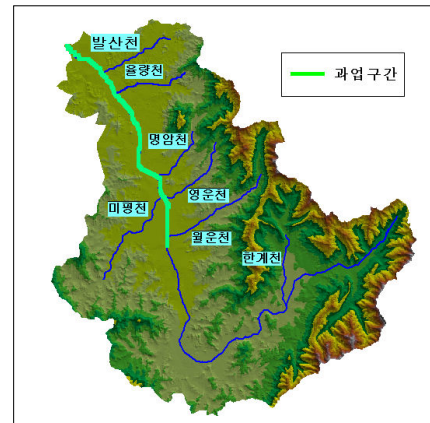


그림 1. 무심천 유역 및 조사구간

3. 친자연 공법의 조사 및 영향평가

3.1 무심천 자연형하천 기본 개념

2002년부터 시작하여 2007년까지 무심천 자연형 하천 정화사업에 의하여 조성된 사업들에 대한 조사 및 평가는 2005년 무심천 종합계획에서 <그림 2>와 같이 제시한 하천공간에 대한 기본 개념을 토대로 하였으며 이루어졌다.

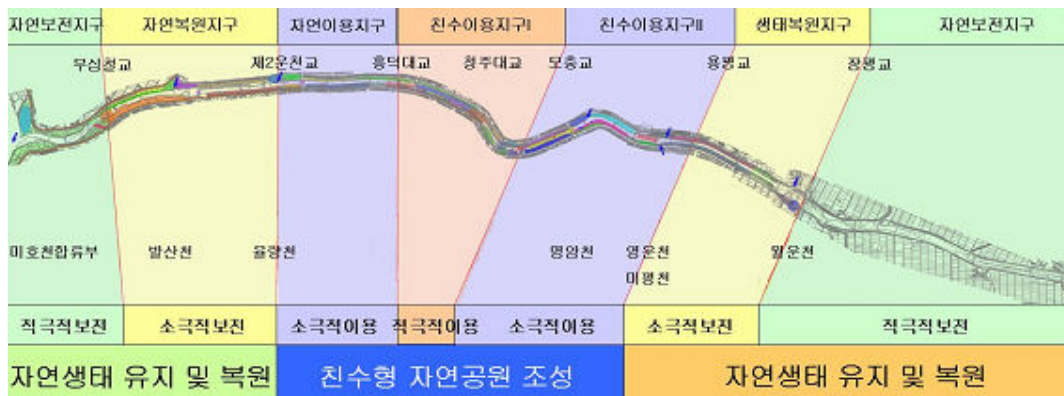


그림 2. 무심천 자연형하천 기본 개념도(무심천 종합계획, 2005)

3.2 친자연형 하천공법 조사 및 영향평가

무심천에 적용한 하천공법 가운데, 저수로 호안, 수제, 자연정화시설, 보, 어도 등을 중심으로 조사 및 분석하여 영향평가를 실시하였다.

(1) 물억새 보식호안

- <그림 3>은 물억새를 보식한 호안공법으로 이 구간은 2007년 12월 미호천과 무심천 합류부의 퇴적토를 준설하고 물억새를 보식하여 정비한 저수호안으로써, 자연 친화적 하천경관을 가지고 있다.
- 2008년에 발생한 홍수로 물억새를 보식한 저수호안을 훼손시키는 세굴이 발생하지 않았다. 향후 수충부 구간이나 중요 시설 보존 구간이 아니면, 고정호안 공법 대신 침식과 퇴적을 어느 정도 허용하는 저수호안으로 정비하는 것이 바람직하다.



<2008. 4>



<2008. 9>



<2009. 4>

그림 3. 퇴적토 준설, 물억새 보식 호안정비(2008. 4)

(2) 저수로 사행유도 호안

- <그림 4>는 소극적 이용-자연이용 지구에 설치한 사행하천으로 호안재료로 나무말뚝 및 식생물을 사용하여 고정호안에서 벗어나 자연친화성 높다고 판단된다.
- 저수호안 주변에 식생(갈대)이 활착하여 자연 경관이 개선되고, 하천습지 기능을 가지고 있어 생물 서식처 환경이 개선되었다.
- 나무말뚝 주위로 저유속 구간이 형성되어 어류의 서식조건이 개선되기도 하나 말뚝을 촘촘히 시공하여 어류나 양서류의 이동시 장애가 되어 말뚝간격을 적당히 조정하여 수생동물의 이동이 자유로운 서식환경을 조성할 필요가 있다.



<2006. 11>



<2008. 9>



<2009. 4>

그림 4. 사행수로 호안정비 현황

(3) 침수방틀 호안

- <그림 5>는 2006년 설치한 하중도로 저수호안의 전면을 침수방틀 공법을 적용한 호안으로 자연스러운 모습 보다는 인공적으로 조각한 분위기가 지배적이다.



<2007. 2>



<2007. 9>



<2008. 9>

그림 5. 운천동 CCC회관 앞 하중도 호안정비 현황

- 하중도의 전면부가 수층부 구간이지만 해가 거듭해도 하중도가 자연적 변화없이 원형이 그대로 유지되는 것을 볼 수 있다. 적절한 시점에 완만한 경사를 가지고 흐름에 자연스런 형태를 가지는 호안으로 개량할 필요가 있다.
- 침수방틀이 수변에 놓임으로 해서 육역과 수역이 완전히 단절되는 것을 볼 수가 있다. 이와 같은 수변에서는 여러 생물체가 이동을 하고 서식하는 곳인데 수역과 육역을 단절하는 공법의 설치는 생태계의 서식환경을 저해하므로 수층부 구역 등에 한하여 제한적으로 사용하는 것이 바람직하다.

(4) 수제

- <그림 6> 은 적극적 이용-친수지구 주변에 설치한 수제는 설치한지 1년을 경과하지 않은 시점이라 아직까지는 뚜렷한 저수로의 하도선형 변화를 유도하지는 못했지만, 우수흐름이 다양성을 창출하고 있어 치어들의 피난처로 활용하는 등 하천생물 서식환경이 개선되고 있다.
- 수제에 보식한 갯버들이 아직 제대로 활착하지는 못했지만 수제 주변에 식생이 자라고 조류들이 이 곳에서 휴식을 취하고 있고, 하천경관이 개선되고 있다.



<2008. 9>

<2008. 9>

<2009. 4>

그림 6. 청주대교 주변에 설치된 수제

(5) 보와 어도

- <그림 7>은 청주보와 어도로 입구에 모래가 퇴적되어 어류의 이동이 자유롭지 못하여 유인능력이 감소한 상태이다.
- 유수의 주수로가 우측으로 형성되어 있는데 어도의 위치는 좌안으로 치우쳐 있어 어도의 위치가 부적절하다.
- 청주보 수위가 만제시 어도를 흐르는 수심에 따른 계단의 높이가 높아서 어류가 이동하기에 부적합하므로 청주보 및 어도의 개량 및 재설치가 필요하다는 것을 확인할 수 있었다.



<2007. 5>

<2007. 5>

<2009. 4>

그림 7. 청주보와 어도

(6) 침식 및 퇴적호안

- 현재 하안을 고정하는 개념에 입각한 자연형 하천공법을 대부분 도입하고 있는데, 이는 과도기적 공법이므로 과감히 하안침식 및 퇴적을 제한적으로 허용하되, 방호라인 개념을 설정해 은제, 물골 공법 등 침단 공법의 도입이 요구된다. 이

는 하안의 Shallow Bay 형성을 유도하여 홍수류 에너지 저감, 생물의 서식/피난 공간 확보, 경관 향상, 하천자정능력 제고 효과를 얻을 수 있을 것으로 평가된다.

-<그림 8>는 소극적 침수이용지구에 설치된 나무말목 호안 및 고수부지에 물억새 보식공법을 보여 주는 것으로 고정식 호안의 공법에서 말목 등 식생재료를 사용하는 변화된 공법을 사용한 것이다.

-말목 및 물억새 보식호안은 2007년-2008년 홍수에 피해를 받지 않았고, 물억새가 번성하여 하천경관이 좋아지고 있다.



<2006. 12>

<2007. 6>

<2009. 4>

그림 8. 나무말목 및 수변식물의 식재호안

6. 결 론

본 연구는 무심천의 도시구간에서 2002년부터 2007년까지 저수로, 저수호안, 고수부지에 적용한 공법과 공사 이후 하도수리 특성의 변화를 관찰하였다. 그리고 저수로 호안 및 각종 하천환경 시설물의 생태적 대응도를 조사하고 분석하여 대안을 제시한 것이다. 본 연구에서는 무심천에 적용된 여러 시설 중에서 물억새 보식호안, 사행 하천 호안, 침수방틀 호안, 수제, 보와 어도, 침식 및 퇴적호안에 대하여 이들의 수리 및 생태적으로 그 기능과 역할에 대해 조사하고 영향평가를 시행하였다.

자연형 하천 복원사업이 많은 하천에서 실시되고 있지만, 그 시설기준은 수역과 육역에 살고 있는 생물체의 기준에서 서식처를 고려한 자연형 하천공법을 사용하는 것이 아니라 우리 인간의 기준에서 아는 만큼 실시해 왔음을 부인할 수가 없다. 본 연구에서 검토한 바와 같이 방호해야할 중요구간에만 침수방틀 공법을 사용하여 호안을 고정시키고, 대부분의 하천구간에는 침식과 퇴적을 허용하는 호안공법을 사용하여야 하안의 Shallow Bay 형성을 유도하여 생물의 서식처와 피난 공간확보, 경관향상의 효과를 얻을 수 있는 것이다. 어도의 설치도 하천의 흐름에 따른 어도의 위치나, 입구의 상태가 퇴적되지 않고 어류의 입장에서 이동하기가 좋은지를 살피고, 어도 내의 높이 등이 종합적으로 고려되어야 보 등에 의한 어류의 단절을 막을 수 있다고 생각한다. 금회의 모니터링에서 정성적인 조사자료를 토대로 평가하였으나, 향후 지속적인 조사를 토대로 정량적인 평가에 대한 연구를 추진할 예정이다.

참 고 문 헌

1. 연구방(2008), 2007년 무심천 모니터링 연구보고서, 충청대학 산학협력단, 청주시.
2. 연구방, 윤기정(2006). 자연형 하천공법에 따른 식생의 침입 및 정착, 한국자연보존연구지 제4권 3호.
3. 연구방, 김양수(2005). 자연형 소하천정비사업 수리특성분석, 한국수자원학회 학술발표논문집.
4. 이종철(2001). 지역여건을 고려한 자연형 호안공법의 선정방안, 국립방재연구소.
5. 이삼희(2006), 지식천 선사하천문화 복원을 위한 타당성 및 하천환경 관리계획 연구, 화순군.
6. 최정권(2007), 2006년 안양천 모니터링 연구, 안양시.
7. 청주시(2005), 무심천 종합계획, 청주시.
8. 한국수자원학회(2005), 하천시설기준.