

친자연공법의 조성후 자연형하천 관리방안(무심천을 중심으로)

Management after Restoration of Close-to-nature Techniques for River (in Musim River)

연구방¹⁾, 조용수²⁾, 연인성³⁾, 맹승진⁴⁾, 전계원⁵⁾

Gyu Bang YEON, Yong Soo CHO, In Sung YEON, Seungjin Maeng, Kyewon Jun

요 지

무심천에는 2002년부터 자연형 하천정비사업에 착수하면서 저수로, 저수로 하안, 고수부지 등 하도내에 여러 자연형 하천 공법과 함께 시설들을 설치하였다. 본 모니터링 조사사업은 ‘무심천 살리기’의 일환으로 이루어진 하천종합조사사업으로써 무심천의 수리/수환경 변화와 생태계의 변화를 조사를 통해 생태·수환경·수리특성 등 생태복원에 필요한 기초자료를 축적하고, 필요한 공법 등 향후 추진될 무심천 하천정비 및 관리에 반영하기 위하여 저수량, 홍수량, 생태계 및 하천공법 등에 대한 조사 및 분석을 전문가, 시민참여 그리고 공무원이 함께 수행하고 있다.

본 연구에서는 무심천을 친자연형 하천으로 복원하기 위하여 실시한 친자연형공법에 대하여 모니터링을 실시하고 얻은 수리/공학적 그리고 생태적 성과물을 자연형하천정비사업에 피드백시키는 자연형 하천관리방안에 대하여 논하였다. 무심천의 친자연형하천관리를 위하여 하천의 3대기능과 관련된 항목을 이용하여 평가지표를 설정하고, 평가를 하고 자연형 하천공법 등급을 I-V로 구분하여 하천관리를 위한 기준으로 사용하였다. 평·저수시 무심천 본류와 지류에 대한 유량측정을 실시하고, 하천유지유량을 산정하였다. 저수/고수호안, 하상, 둔치에 대한 조사분석을 실시하고 관리방안을 제시하여 무심천을 점차 자연형하천으로 변화시키고 있다. 또한 생태계의 적응관리로 하천식생을 유지하기 위한 관리를 실시하고, 유해식물과 외래식물을 제거하고, 하도내 직경이 10(m) 이상되는 버드나무 수목에 밀둥치기를 실시하여 치수기능의 저해를 방지하였다

핵심용어 : 자연형하천 관리방안, 자연형하천 공법평가, 하천 평가지표, 적응관리

1. 서 론

과거 맑은 물이 흘렀던 무심천이 1970년대 도시화와 산업화를 겪으면서 도시구간에는 온갖 쓰레기가 버려지고 심한 악취가 나는 하수도 하천으로 변하였다. 무심천을 살리기 위하여 2002년부터 본격적으로 <그림 1>과 같은 자연형 하천정화사업에 착수하면서 저수로 하안, 저수로, 고수부지 등 하도내에 여러 하천공법과 함께 여러 시설들을 설치하였다. 무심천의 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 위한 모니터링을 실시중이다.

본 연구에서는 무심천을 친자연형 하천으로 복원하기 위하여 실시한 친자연형공법에 대하여 모니터링을 실시하고 얻은 수리/공학적 그리고 생태적 성과물을 자연형하천정비사업에 피드백시키는 자연형 하천관리방안에 대하여 논하였다.

1) 정회원 · 충청대학교 토목공학과 교수
2) 정회원 · 충북대학교 건설기술연구소 연구원
3) 정회원 · 국립환경과학원 물환경연구부 연구원
4) 정회원 · 충북대학교 지역건설공학과 교수
5) 정회원 · 강원대학교 방재전문대학원 교수

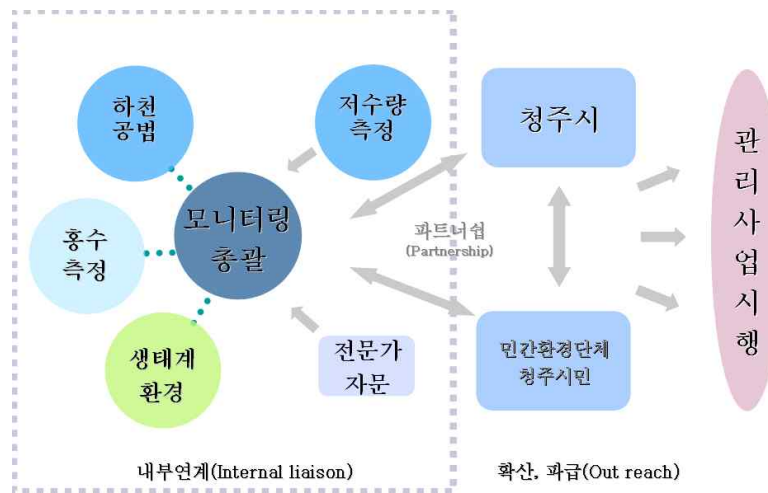
E-mail : gbyeon@ok.ac.kr
E-mail : yscho@chungbuk.ac.kr
E-mail : isyeon@korea.kr
E-mail : maeng@chungbuk.ac.kr
E-mail : kwjun@kangwon.ac.kr

2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년
<ul style="list-style-type: none"> 하상주차장 녹지복원 호안정비 (자연형호안) 자연정화시설 및 습지원 수중보 	<ul style="list-style-type: none"> 호안정비 (자연형호안) 징검다리 관찰로 	<ul style="list-style-type: none"> 하상주차장 녹지복원 호안정비 (자연형호안) 징검다리 어도설치 	<ul style="list-style-type: none"> 호안정비 (자연형호안) 어도설치 여울설치 거석놓기 관찰로 수변식물 식재 	<ul style="list-style-type: none"> 하상주차장 녹지복원 호안정비 (자연형호안) 여울설치 거석놓기 관찰로 수변식물 식재 	<ul style="list-style-type: none"> 호안정비 (자연형호안) 어도설치 하도준설

<그림 1> 무심천 자연형 하천정화사업의 진행(2002~2007)

2. 무심천 모니터링의 범위 및 관계

<그림 2>는 무심천 모니터링의 관계와 범위를 도시한 것으로 본 사업의 범위로 저수량 측정, 홍수측정, 하천공법, 생태계 조사 사업이 있으며 사업내용에 대하여 전문가 자문을 받고, 청주시와 청주시민 및 환경단체가 파트너쉽을 가지고 참여하여 공동으로 합의점을 찾아내고 관리사업을 시행하는 사업이다.



<그림 2> 무심천 모니터링의 범위 및 관계

3. 무심천의 친자연형 하천관리

3.1 자연형 하천공법의 평가

무심천에 시설한 자연형 하천공법이 적절하게 적용하고 있는지에 대한 평가를 하기 위하여 자연형 하천의 3대기능과 관련한 다음 4개 항목을 이용하여 평가지표를 설정하고, 평가를 하고 자연형 하천공법 등급을 I-V로 구분하였다. 지표는 다음과 같다.

(1) 자연형하천 평가지표의 설정

- i) 홍수에 안전성 1) 홍수에 매우 취약함 2) 홍수에 약간 취약함 3) 홍수에 안정함 4) 홍수에 매우 안정함
 - ii) 하천특성을 고려함 1) 하천특성의 고려가 매우 낮음 2) 고려가 낮음 3) 고려가 좋음 4) 고려가 매우 좋음
 - iii) 생물 서식처의 건전성 1) 서식처의 건전성이 매우 낮음 2) 건전성이 낮음 3) 건전성이 좋음 4) 건전성이 매우 좋음
 - iv) 하천의 경관적 심미성 1) 경관적 심미성이 매우 낮음 2) 심미성이 낮음 3) 심미성이 좋음 4) 심미성이 매우 좋음
- 평가등급 [I] : 매우 불량(1.0~1.9), [II] : 다소 불량(2.0~2.4) [III] : 다소 양호(2.5~2.9),
 [IV] : 비교적 양호(3.0~3.4), [V] : 매우 양호(3.5~4.0)

(2) 평가지표에 의한 무심천 자연형하천공법의 평가

<표 1>은 무심천 자연형 하천공법에 사용된 공법들을 평가지표에 의하여 평가를 실시한 것이다. 매우 양호(V)와 비교적 양호(IV)로 평가된 공법은 하천특성, 서식처, 심미성 기능이 매우 양호한 것으로 판단되어 무심천에 적절한 공법으로 향후 정비시 추천될 공법들이다. 한편 평가결과가 다소 불량(II)과 매우 불량(I)으로 평가된 공법들은 무심천에 잘 적응하지 못한 공법으로 개선할 공법이다.

<표 1> 무심천 자연형 하천공법의 평가

번호	공법명	설치 구간	안전성	하천특성	서식처	심미성	평점/ 등급
1	미호천 합류부 물억새 보식호안	미호천 합류부	3	2	2	2	2.3 / II
2	돌쌓기, 물억새 보식 호안	미호천 합류부	3	3	3	3	3.0 / IV
3	청주보의 어도 및 유입로	무심철교~송천교	3	1	1	1	1.5 / I
4	하중도 전면부 거석쌓기	송천교~제2운천교	3	2	2	1	2.0 / II
5	울랑천 합류부 침수방틀 호안	송천교~제2운천교	3	1	2	2	2.0 / II
6	기독교관앞 사행수로 말목공법	제2운천교~홍덕교	3	3	2	2	2.5 / III
7	사행수로 전면·옆면 침수방틀	제2운천교~홍덕교	3	1	1	1	1.5 / I
8	식생물과 줄풀 보식정비공법	홍덕교~모충교	3	1	2	2	2.0 / II
9	식생물과 꽃창포 보식정비공법	홍덕교~모충교	3	1	2	2	2.0 / II
10	청주대교 주변 투과성 수제	홍덕교~모충교	3	3	4	4	3.5 / V
11	청남교 밑 사행수로	모충교~용평교	3	1	1	2	1.8 / I
12	수영교 밑 식생자연정화시설	모충교~용평교	3	-	-	3	3.0 / IV
13	나무말목 및 물억새 보식호안	모충교~용평교	3	4	2	2	2.8 / III
14	운수보 어도	용평교~장평교	4	3	3	3	3.3 / IV
15	운수보 저니질과 식생섬	용평교~장평교	1	1	2	3	1.8 / I
16	용계보와 하상퇴적	장평교 위	2	1	2	2	1.8 / I
17	헛대 및 거석	전체구간	3	3	4	4	3.5 / V
18	밭파석 메쌓기 호안	전체구간	3	1	1	1	1.5 / I

3.2 친자연형 하천관리의 개요

무심천살리기 사업은 다양한 생물종의 서식환경 복원을 목표로 하여 하천관리가 요구되며 경제적이면서 친환경적인 관리방식을 도입하여, 지속적으로 실행한다. 하천 내의 제반시설과 생태계 전반에 걸쳐 대상과 생태적 특성에 따라 유지관리, 순유관리, 적응관리 방식을 구분 적용하며 생물서식공간의 조성 후에도 자연형성과정을 모니터링하면서 후속적인 보완 및 관리를 지속적으로 실시하여 무심천 생태계의 고유성, 역동성, 다양성을 증진시킨다.

3.3 천자연형 하천환경 및 하천공법의 적응관리

(1) 평·저수시 하천수량 관리

무심천이 강우로 인한 직접적인 영향을 받지 않는 갈수기(또는 평·저수기)에 무심천 본류에 상중하류를 대표하는 3지점과 무심천으로 유입하는 6개지류지점에 대하여 월별 일일 1회 저수량 측정을 실시하였다. 본 모니터링 기간 중 지점 별 월별 측정결과를 평균수심, 단면적, 평균유속, 유량, 저수로 수면폭으로 분류하고 분석하였다. <표 2>는 무심천 본류의 연별 평균수심을 분석한 것으로 2007~2008년도의 10월부터 익년3월까지의 평균수심은 0.13()로 각 기능별 하천유량 산정기준에 따르면 크게 부족한 것으로 분석되어 청주시는 수자원공사와 무심천 갈수기에 용수를 공급하는 협약을 2009년 9월에 체결하여 하천유량을 증가시켰다.

<표 2> 무심천 본류 연별 월별 평균수심() 변화(2007. 5~2011. 3)

무심천 본류	4월	5월	6월	7월	8월	9월	4-9월 평균	10월	11월	12월	1월	2월	3월	10-3월 평균
평균수심(10-11)	0.21	0.22	0.25	0.17	0.21	0.27	0.22	0.25	0.20	0.18	0.17	0.16	0.16	0.19
평균수심(09-10)	0.25	0.24	0.30	0.25	0.32	0.32	0.28	0.17	0.16	0.24	0.17	0.17	0.20	0.18
평균수심(08-09)	0.21	0.24	0.22	0.23	0.20	0.23	0.22	0.20	0.19	0.16	0.11	0.13	0.10	0.15
평균수심(07-08)		0.23	0.18	0.18	0.27	0.26	0.23	0.18	0.12	0.11	0.14	0.13	0.12	0.13

(2) 하상관리

<그림 3>은 하도선형의 변화 유도, 하천생태계 서식환경 개선, 경관개선, 하천정화기능 촉진시키기 위하여 적극적 이용천수지구 주변에 설치한 수제로 우수흐름이 다양성을 창출하고 있어 치어들의 피난처로 활용하는 등 하천생물 서식환경이 개선되고 있다. 수제 주변에 식생이 자라서 하천경관이 개선되고 있고, 조류와 동물들이 휴식을 취하고 있다.



그림 3. 무심천 하상에 설치된 수제

3.4 자연형하천 생태계의 적응관리

(1) 하천식생 유지관리

모니터링 구간에서 식생의 생육이 불량하거나 유도하지 않은 외래종 등의 변성으로 하천경관 및 식생군락의 자연성을 저해하는 청주교와 남사교 사이의 좌안 고수부 일부 구간을 선정하고 2009년도 6월에 물억새 포트를 식재하여 대상지역의 자연성을 높이고 생물서식공간을 창출하였다.

(2) 외래식물 및 덩굴성 식물의 관리

무심천 구간에 지속적으로 세력을 확장하고 있는 생태계 교란식물인 가시박과 제방 및 고수부의 고유식생군락에 영향을 주는 덩굴성 식물인 칩에 대하여 집중 분포하는 지역을 대상으로 제거 작업을 실시하였다. 가시박은 무심천의 대부분 고수부 및 제방지역으로 전파되어 모니터링을 실시한 2007년부터 2010년까지 매년 인력을 동원하여 직접 제거작업을 실시하였으며, 제거된 식물은 자루에 담아 폐기처분하였다. 칩은 하상이 세굴되는 구간에 지하수위가 저하되어 육상화되는 고수부지 주변에서 매년 지속적으로 실시하였다.



물억새 식재



가시박 제거



버드나무 군락 관리

그림 4. 무심천의 식생관리

(3) 무심천 하도내 버드나무 군락 적응관리

적정한 수목은 저서동물 및 어류의 피난, 은신 등의 서식지로 이용되나 밀집된 수목림은 성장발달 저해, 그늘형성 및 수온저하로 수생생물의 서식지로 불량해짐으로 밀둥치기나 중등치기를 병행하여 수목관리를 행할 필요가 있다. 무심천 일부 구간에는 버드나무 군락이 형성되어있고 직경이 10(m) 이상되는 목본류로 성장하여 수류에 저항하여 치수기능에 저해를 일으키고 있으므로 <그림 4>는 무심천 하도구간에 형성되어 있는 버드나무 군락을 밀둥치기로 정리한 것으로 홍수전에 작업을 완료하여 2010년도 홍수에 버드나무 군락이 홍수위를 증가시키는 등의 치수기능을 저해하지 않았다.

4. 결 론

본 연구에서는 무심천을 친자연형 하천으로 복원하기 위하여 실시한 친자연형공법에 대하여 모니터링을 실시하고 얻은 수리/공학적 그리고 생태적 성과물을 자연형하천정비사업에 피드백시키는 자연형 하천관리방안에 대하여 논한 것이다. 무심천의 친자연형하천관리를 위하여 하천의 3대기능과 관련한 항목을 이용하여 평가지표를 설정하고, 평가를 하고 자연형 하천공법 등급을 I-V로 구분하여 하천관리를 위한 기준으로 사용하였다. 평·저수지 무심천 본류와 지류에 대한 유량측정을 실시하고, 하천유지유량을 산정하였다. 저수/고수호안, 하상, 둔치에 대한 조사분석을 실시하고 관리방안을 제시하여 무심천을 점차 자연형하천으로 변화시키고 있다. 또한 생태계의 적응관리로 하천식생을 유지하기 위한 관리를 실시하고, 유해식물과 외래식물을 제거하고, 하도내 직경이 10(cm) 이상되는 버드나무 수목에 밀둥치기를 실시하여 치수기능의 저해를 방지하였다.

현재 무심천을 자연형하천으로 변화시키기 위하여 많은 노력을 하고 있으나 효과는 한계점을 가지고 있다. 다른 도시하천도 비슷한 상황이지만 1960대 이전부터 치수방재를 위해 조성해온 고정된 저수호안이 산재해 있고, 하도의 우안에 하상도로와 주차장이 설치되어있는 점용하천이고, 또한 체육시설이 설치돼있는 공원하천이기 때문이다. 세월이 흐른다고 자연형하천이 되는 것이 아니고, 시민들의 통합된 의지가 있어야만 점용하천, 공원하천을 점차 자연형 하천으로 변화시킬 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 연구방(2011), 2010년 무심천 모니터링 연구보고서, 충청대학 산학협력단, 청주시.
2. 연구방, 조용수, 연인성, 이삼희(2009). 무심천에 적용한 친자연공법의 조사 및 영향평가, 한국수자원학회 학술발표논문집.
3. 이삼희(2006), 지식천 선사하천문화 복원을 위한 타당성 및 하천환경 관리계획 연구, 화순군.
4. 환경부(2002), 하천복원 가이드라인, 국내 여건에 맞는 자연형 하천공법개발 연구팀.