당왕소하천 정비 시범사업의 공사전·중 모니터링

Monitoring the DangWang Small Stream: Before and Under Stream Rectification Project

안태진*, 김경섭**, 계명찬***, 차윤정****, 배경석*****

Tae Jin Ahn, Kyung Sup Kim, Myung Chan Gye, Yoon Jung Cha, Kyung Seok Bae

요 지

소하천의 치수기능상 안전성을 확보하고 소하천의 생태계를 고려하며 소하천의 본래의 경관을 보전 및 향상시키는 이른바 자연형 소하천 정비를 추진되고 있다. 행정자치부는 자연형 소하천 정비 사업에서 도출된 문제점을 개선하기 위하여 안성시 당왕소하천 등 9개 소하천에 관한 자연형 소하천정비 시범사업 및 소하천 모니터링 사업을 2002년부터 시행하였다. 모니터링 사업은 시범소하천의 공사전, 공사중, 공사후 모니터링을 실시하여 향후 자연형 소하천 정비 공사에 관한 개선 자료를 제시하고자 하였으며, 본고에서는 당왕소하천 시범사업에서의 공사전·중의 현황을 조사 및 분석한 결과를 수록하였다. 나아가 공사후 모니터링을 통하여 적용공법에 따른 수리적 특성 및 변화, 적용된 시설물의 수리적 영향, 하천 수리변화와 생태계와의 관계 규명, 각 구간에서의 적용공법의 적정성 평가, 분야별 공법 및 사업전반에 대한 평가, 치수 안정성을 갖는 자연형 호안공법에 관한 설계지침 및 유지관리 지침, 향후 하천 환경 정비 공법에 대한 대안 등을 제시하는데 필요한 기초자료를 축적하고자 한다.

핵심용어 : 소하천, 자연형 하천정비, 모니터링

1. 대상하천 개요

당왕소하천 유역은 경기도 안성시 당왕동을 포함하고 있는 전형적인 전원하천으로서 유역면적은 1.15km^{2}이고 유로연장은 1.76km이다. 당왕소하천은 비봉산(EL. 229.5m)에서 발원하여 지방2급하천인 금석천의 좌안측으로 유입되고 금석천은 안성천 본류로 유입된다. 당왕천 유역내 지방도38호선이 안성시 외곽으로 신설됨에 따라 비봉산 일부가 다른 배수구역으로 변경되었다.

* 정회원·한경대학교 토목공학과 부교수· E-mail : ahntj@hnu.hankyong.ac.kr

** 정회원·한경대학교 환경공학과 부교수· E-mail : kskim@hnu.hankyong.ac.kr

*** 정회원·한양대학교 생명과학과 부교수· E-mail : mcgye@hanyang.ac.kr

**** 정회원·서울시 보건환경연구원 환경연구관·E-mail : baekyungs@hanmir.com

***** 정회원· 경원대학교 조경학과 외래강사·E-mail : foreco@chollian.net

당왕소하천은 2002년 안성시 소하천정비 종합계획에 의거 정비 방향이 수립되었으나 2002년 10월 당왕소하천 친환경 조성공사 실시설계를 완료하였으며, 적용구간은 안성시 당왕동 국가지원지방도 70호선 당왕1교를 출구로 하여 유역면적은 0.92km^{2}이고 유로연장은 0.6km이다(그림 1 참조). 유역의 평균 고도는 EL. 108.0m, 평균경사는 13.56%, 유역평균폭은 0.65km 및 유역형상계수는 0.37이다. 당왕소하천 친환경 조성공사 실시설계(안성시, 2002)보고서는 당왕소하천 유역면적 1.15km^{2}중 주거지는 0.1km^2(8.7%), 밭은 0.08km^2(6.96%), 논은 0.31km^2(26.96%), 임야는 0.62km^2(53.91%), 기타 0.04km^{2}이(3.48%)로 평가하였다. 유역 내 경지정리가 된 논의 관개용수는 인근 고삼저수지에서 용수로를 통하여 공급되고 있다. 소하천정비종합계획(안성시, 2002)에 의하면 당왕천 유역에서 임야지역의 토양은 Mac, Mma, Rea, Mab로 구성되어 토양형은 A그룹으로 분류되고 농경지역 및 주거지역의 토양은 Rad, Rxa로 구성되어 토양형은 B그룹으로 분류됨에 따라 토양의 특성은 대체로 침투율이 크고 비교적 유출율이 작은 것으로 평가된다.

2. 사업구간 및 조사내용

2.1 사업구간 및 조사범위

○ 개요 : 당왕소하천 정비공사 공사전·중 모니터링(600m 구간)
○ 위치 : 안성시 당왕동 당왕소하천(국가지원지방도 70호선 - 안청중학교)
○ 기간 : 공사전 2002. 10. 4 - 12. 31 공사중 2003. 3. 5 - 12. 31

2.2 조사 및 연구내용

○ 유역 및 하천 현황 답사 : 2002. 10. 6
○ 수질 및 유량 측정 : 2002. 10. 27(1차), 11. 28(2차), 12. 9(3차)
2003. 4. 24, '03. 6. 5, '03. 6. 30, '03. 8. 4, '03. 9. 4, '03. 10. 7, '03. 11. 28
○ 생태조사(식생, 어류, 저서생물, 수서곤충 등) : 2002. 10. 27(1차), 12. 1(2차), 2003. 매분기 연 4회
○ 하천횡단측량(조사구간 및 종점으로부터 하류 200m 포함, 29구간)
: 2002. 10. 14(1차), 2002. 10. 15(2차), 2003. 9. 14
○ 하도내 현황조사(조사구간 및 종점으로부터 하류 200m 포함)
: 2002. 10. 8(1차), 11. 20(2차), 2003. 5, '03. 8., '03. 9., '03. 10, '03. 11.
○ 하상재료 채취 및 분석(5구간) : 2002. 12. 9 - 12. 10, 2003. 3. - 12. 30
○ 유역 및 하천의 특성 ○ 수문 및 수질분석 ○ 기상 자료 수집
○ 식생, 저서생물, 어류, 양서류 등 생태 분석 ○ 생태지도 작성
○ 당왕소하천 정비시 하천, 수질 및 생태보전을 위한 정비방향 제시 ○ 향후 모니터링 방안 제시

유량, 수질 측정 지점 및 하상재료 채취 지점은 그림 1과 같으며 유역출구인 당왕1교에는 보통수위표를 설치하였다.

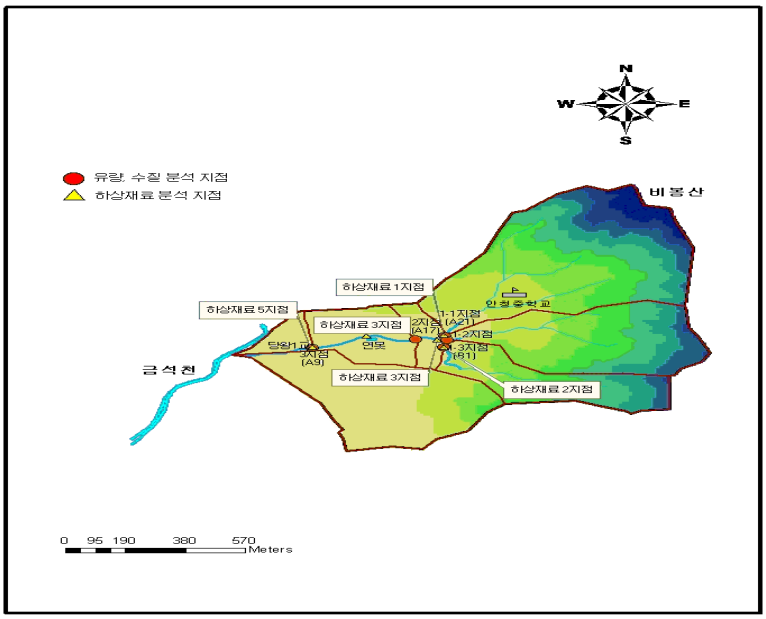

그림 1. 유량, 수질 및 하상재료 채취 지점 위치도

3. 요약

3.1 유량 및 수질

공사중 모니터링 조사기간에 당왕1교지점에서 관측된 유량은 갈수량에서 평수량 범위로 평가된다. 관측된 유량에 비하여 유속은 비교적 빨라 하상경사가 급한 것을 알 수 있었다. 공사전 당왕천 중·하류 구간에서는 하천 나름대로 안정하상을 이루기 위하여 자연적인 여울이 조성되어 있지만 홍수시에는 빠른 유속이 예상된다. 친환경조성공사 계획에 의하면 중류 구간의 좌안측으로 확폭을 하고 계획비탈경사는 1:2.0으로 하였으나 1:2.0보다 더 급한 경사로 시공된 구간도 있는 듯하다. 하천공사에 의하여 저수로내 수면폭이 확대됨으로서의 수심의 감소가 예상된다. 공사전 하상재료는 주로 모래로 구성되어 고유의 생태조건을 이루고 있었으므로 당왕천 친환경 조성공사는 공사전의 하상으로 복원되도록 해야 바람직 할 것이다. 또한 2002년 8월 호우시 인공소류지 직전 만곡부 구간에 월류가 발생하였다. 정비공사 후 확폭된 단면으로 홍수통수량은 증가할 것으로 예상되어 당왕1교 박스암거의 확장이 시행되었다.

공사전의 수질분석 결과는 DO를 기준으로 1차조사시에는 2급수이었으나 2차조사시에는 1급수로 평가되고, BOD 기준으로는 2급수, 부유고형물농도는 1급수보다 낮아 수질은 대체로 양호한 것으로 판단되었다. 공사중 당왕천 수질은 전반적으로 상수원수 1·2급 정도의 양호한 수질상태를 나타내지만 시기적으로 3급수 상태를 보이는 있는 지역도 존재하는 것으로 파악되었다. 2003년 수질상태를 주요 수질항목별로 살펴보면, 당왕천 수질은 pH, DO, SS는 1등급, BOD는 2~3등급 수질을 나타내고 있다.

3.2 하천생태

공사전 당왕소하천은 범람원이 없이 수로폭이 협소하며, 하천 구조는 수로와 양안의 단순한 구조로 되어 있어 식생 구조 역시 비교적 단순하다. 상류에서 하류를 조망하여 좌안의 경계식생은 목본으로서는 버드나무가 우점하며, 초본으로서는 갈대가 띠상으로 우점적 경관을 형성하고 있다. 우안의 경우는 아까시나무가 열상으로 식재되어 있으며 물억새, 갈대가 경관적 특성을 보여주고 있다. 좌안의 소류지 주변에는 리기다소나무림이 형성되어 있다. 당왕소하천은 산림과 인접한 상류하천으로서 흔히 계류변에 나타나는 물봉선군락이나 고추나무, 신나무, 꼬리조팝나무 등의 식물이 생육가능하나 현실적으로 소규모하천이고 논경작지 사이에 있으며 또한 도로에 의해 산림과의 단절 등으로 인해 이들 식물인자들이 나타나지 않고 있다. 따라서 향후 생태적 복원은 이러한 요소들을 살릴 수 있도록 시행되어야 할 것이다.

공사전 당왕소하천의 식생은 비교적 안정적인 상태이나 하천 정비 사업시행에 따른 교란이 예상된다. 조사결과에 의하면 이 지역의 식물종 구성에 있어 하천고유식생이 부족하고 전체적으로 특징 없는 종으로 구성되어 있어 식생 복원시 다양한 도입 식생을 고려해야 할 것으로 판단된다. 현재 비중이 높은 갈대와 물억새, 고마리 등은 적극적으로 활용하도록 하며, 더불어 다양한 수변 식생을 도입해야 할 것이다. 당왕소하천 지역 식생도입은 산림지와 연계되는 생태적 입지 조건과 농경지의 경관적 특성을 살리는 방향으로 추진되는 것이 바람직하다. 공사전 당왕천은 수로 폭이 상·하류 모두에 걸쳐 0.5~1.0m 내외이며, 수심은 5~10cm 내외인 소형하천으로 유량이 적어 외부충격에 취약한 생태계로 평가된다. 따라서 적은 량의 오염물질이 유입되더라도 영향을 크게 받을 가능성이 크며, 허용 용량을 초과한 하천 수로와 호안 수변대 개변은 큰 하천에 비해 상대적으로 큰 교란을 일으킬 것으로 보여진다. 현재의 적은 유량으로도 저서동물상이 상당히 풍부하게 유지되는 것은 수로가 매우 좁은 형태로 유지되어 유량이 계속 유지되는 소형 하천 구조가 유지된 결과로 보여진다. 당왕천에서 수로 수변대의 갈대와 상당히 밀생한 수초대는 여름철이나 갈수기의 대기온도 상승시에 수온의 급상승이나 건천화를 방지하는 효과를 나타내고 있다. 따라서 구체적인 유량증대 방안이 없이 수로폭을 확대하는 것은 넓은 면적에 유량이 분산되어 건천화를 유발할 가능성이 높다. 이와 같이 수로폭 확대는 수로 주변 갈대 등의 수초대에 의한 하절기의 증산 방지와 수온 상승 억제효과를 현저히 떨어뜨리게 되어 하천생태계 자체의 교란이 야기될 가능성이 매우 크다고 볼 수 있다.

공사중 당왕소하천에서 봄 기간동안에 조사된 식물상 조사에서는 고마리, 미나리, 애기똥풀꽃, 물억새 등 공사전에 확인되었던 대표적인 식물종들과 더불어 우리나라 봄 출현 식물종인 꽃마리, 광대나물, 뚝새풀, 큰개불알풀꽃, 청다래넌출 등의 5종이 추가 확인되었다. 8월 조사에서는 일부 공사가 이루어지지 않았던 구간에서 총 35종의 식물종이 출현하였는데, 강아지풀, 환삼덩굴, 큰바랭이, 쇠뜨기, 큰쇠별꽃, 개망초 등의 세력이 두드러졌다. 10월 조사에서는 전 구간에 대해 호안정비공사가 이루어져 거의 모든 식물이 제거된 상태였다. 주변으로 고마리, 돌피, 환삼덩굴 강아지풀 등이 출현하고 있었다. 식물상과 마찬가지로 식생 역시 호안정비로 인해 모든 식물이 제거되기 전까지는 공사전이나 공사진행 중에 변화는 없었다. 4월 봄철조사에서 수로변에 고마리군락이 우점적으로 발생하고 있으며 제방쪽으로 갈풀과 물억새 군락이 발달하고 있었다. 시기적으로 미나리와 개구리자리가 지난 공사전 조사에서 보다 더 많은 개체수를 보이고 있었다. 8월 여름조사에서는 하류쪽의 식생은 완전히 제거되었으며 상류쪽으로 저수로변에 고마리-환삼덩굴 군락과 바랭이-강아지풀 군락, 환삼덩굴 군락이 우점적으로 형성되어 있었다. 수로사면으로 물억새 군락이 형성되고 있었다. 10월 조사는 식생이 완전제거로 사실상 식생조사는 불가능하였다.

당왕소하천에서 자연적으로 출현하고 있는 식물종들은 식물사회학적으로 우리나라 중부지역에서 흔히 나타나는 것들로서 이런 전형적인 식물종을 구성하는 것이 당왕천 생태의 가장 바람직한 모습이 될 것이다. 또한 대상지가 하천이기는 하나 하천의 규모가 작고 물에 의한 영향범위가 적어 수생식물종의 비율은 작지만 수변에서 흔히 나타나는 고마리나 물억새, 달뿌리풀 등은 이 지역의 안정적인 생태를 보여주는 것들이다. 따라서 인위적인 정비공사에 의해 자연적인 식물종들이 제거되고 도입종들이 식재될 경우 식물종구성은 크게

바뀔 것이며, 광대수염, 며느리배꼽 등과 같은 친숙한 식물종들은 이 지역에서 사라질 가능성이 높다고 보아진다. 공사전과 일부 공사중에 발생한 식생구조를 비교하면 당왕소하천의 식생은 외부에서의 큰 교란이 없는 한 반복재생이 이루어지는 비교적 안정된 식생이 형성되어 있었던 것으로 판단된다. 따라서 공사로 인해 인위적으로 식생이 형성될 경우 도입식생과 기존의 자연식생간의 유사성을 유지할 수 있도록 하는 것이 바람직할 것이다.

공사전 당왕소하천의 하상은 모래, 잔자갈, 자갈이 적절하게 조합되어 하상구조의 이질성이 비교적 큰 하천의 저층구조를 보여주고 있다. 저서동물은 하상의 저층이 단일 입자들로만 구성되어 있는 경우 미소서식처 감소로 생물다양성을 계속 유지하기가 어려워지기 때문에 저층구조를 현재와 유사한 상태로 유지하여야 할 것이다. 따라서 현재의 토사에 의한 수로 유지가 가장 적절한 방안이 될 것으로 보여진다. 공사전과, 공사중의 전 조사기간중에 채집된 저서동물은 3문 5강 13목 26과 49종으로 수계의 규모를 감안하면 비교적 다양한 종들이 서식하고 있다. 공사전의 출현종수는 34종이었으나 공사중의 조사에서는 33종으로 공사중의 조사횟수가 2회나 많았지만 오히려 1종이 적게 채집되었다. 이들은 모두 오염에 내성이 다소 있거나 많은 종들이다. 군집 구조는 공사중에는 하류지역으로 갈수록 더 단순해지고 공사전과 공사중의 생물상 변화와 군집의 생태지수가 감소하는 경향을 보이고 있다. 따라서 하천 정비 이후의 생물상, 종다양성 등의 변화의 정도는 공사후 모니터링을 통하여 파악될 것이다.

공사전 당왕소하천 구간에서 조사된 어류는 총 3종으로 매우 빈약하였다. 공사중인 2003년 4회에 걸친 조사를 통해 총 6종의 어류가 채집 확인되어 전년도 조사와 비교하여 3종이 증가하였다. 이는 금년 중 하계의 강우시기에 하류의 금완천 등으로부터 어류가 소상했음을 의미한다. 그러나 강우가 끝난 후 하천의 유량이 절대적으로 부족한 것과 조시지역 하단의 낙차공은 하류지역으로부터 꾸준한 어류의 소상을 방해하고 있다. 따라서 수량 확보와 어도를 이용한 당왕천과의 생태적 차단을 극복할 수 있는 시설물이 요청된다.

또한 강우기에 소상한 어류가 안정적으로 서식할 수 있는 유량의 확보와 아울러 하천 전구간에서 저수로 호안과 퇴적구간에 식생을 풍부하게 하여 어류의 서식을 보장할 필요가 있다. 공사중 인 현재 식생이 완전히 파괴되어 어류의 서식이 매우 불리한 상태이다. 다만 하류 구간의 조경석 등은 암석 밑에 숨어 지내는 어류에게는 좋은 은신처가 될 것으로 사료된다.

공사전 당왕소하천 구간에서 조사된 양서류는 총 2종으로 매우 빈약하였다. 이처럼 빈약한 양서파충류상은 조사시기가 건기로 동면시기에 해당하기 때문이다. 공사중 인 2003년 4회에 걸친 조사 결과 산개구리, 옴개구리, 청개구리, 3종이 확인되어 공사전전에 비해 2종이 증가하였지만 전년도 조사시기가 추계와 동계에 진행된 까닭으로 사료된다. 따라서 공사중 확인된 3종이 이 하천의 기본 양서류 상으로 추정된다. 확인된 양서류는 하천 인근의 논에서 유생이 다수 확인되었으며 논과 연결되는 수로연결 부에서 많이 확인되므로 향후 공사 마무리 전까지 당왕천과 논과의 생태적 연결을 가능케하는 방안이 요구된다.

참고문헌

안성시 (2002). 소하천정비 종합계획.
안성시 (2002). 당왕소하천 친환경 조성공사 실시설계.
안성시 (2002, 2003). 당왕소하천 친환경 조성공사 모니터링 보고서(공사전, 공사중)