

생태하천 복원 후 모니터링과 적응관리

-안양시 학의천을 중심으로-

최정권* · 최미경** · 최철빈***

*가천대학교 조경학과 · **충남대 국제수자원연구소 · ***가천대학교 대학원 조경학과

I. 서론

지난 20년간 하천생태계의 중요성이 부각되면서 생태계 복원을 목적으로 하는 자연형 하천정비사업이 전국적으로 광범위하게 진행되어 왔다.

하천생태계는 그 구성요소간의 상관관계가 복잡하고 홍수와 가뭄과 같은 유황에 연동하여 지속적으로 변화하는 교란생태계이므로 복원성과에 있어 불확실성이 있다. 또한 복원사업이라 하더라도 공사과정 과정에는 인위적 교란이 발생하여 불가피하게 하천생태계에 악영향을 줄 수 있고, 공사 직후 초기 단계의 일정 기간 동안에는 의도치 않은 생태적 변화를 수반하기도 한다. 따라서 생태복원의 유효성을 높이고 성과의 불확실성을 보완하고 부정적 영향을 경감하기 위해서는 사후 모니터링을 통한 유효성 평가와 그에 따른 적응관리 과정이 순차적으로 진행되어야 한다.

적응관리(Adaptive management)란 복원 실행후의 모니터링과 유효성 평가로부터 습득한 현장지식을 근거로 지속적으로 관리, 개선을 해나가는 체계적인 과정"이다. 한국에서 하천연구를 선도하면서 자연형 하천 연구성과를 축적하고 있는 "적응관리란 하천사업에 대한 사후 관리방안의 하나로서 복원사업의 초기단계에는 예상되지 못했던 불확실성과 위험성이 사후에 발생할 수 있으므로 반드시 사후 모니터링 및 평가를 정기적으로 실시하여 관련 환경정보를 구축함으로써, 이를 반영한 효율적인 관리 개선이 가능하도록 하는 순환형 관리방법" 이라고 개념을 정리 하였다 (KICT, 2002).

하천에 대한 모니터링은 생태복원사업을 위한 계획과 설계, 그리고 시공 후 원래의 목표에 대한 달성여부를 평가하고, 사업의 성과를 정량적으로 판단하는 기준이 된다. 또한 모니터링 과정에서 축적된 자료는 자연형 하천복원사업에 따른 문제점 파악과 개선책을 마련하는데 도움을 준다.

따라서 본 연구에서는 하천복원 전반에 걸친 분석과 평가가 이루어져야 하므로 하천생태복원의 과정(2000 - 2010년)이 순차적으로 진행된 안양시의 안양천살리기사업을 대상으로 하였다. 계획과정과 함께 복원 후 모니터링 과정을 시계열로 서술하고, 그에 따른 적응관리 실행사례를 평가함으로써 하천 생태계의 특성을 반영할 수 있는 적응관리 방안과 하천생태복원의 방향성을 제시하고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상지

자연형 하천정비를 선도적으로 시행한 도시하천으로서 안양시 관내 학의천을 대상지로 선정하였다. 안양천과 학의천은 도시 중,소하천 규모의 하천으로 자연형 하천공법이 시행되었으며, 이후 2003년부터 2009년까지 7년간 매년 모니터링이 시행되었다. 사후 모니터링의 결과를 반영하여 부정적 영향을 완화하고 생태적 재생을 촉진시킬 수 있는 적응관리 방안이 2005년 이후 학의천 현장에 적용되었다. 연구대상 지역은 학의천의 인덕원교 상류 500m지점부터 안양천 합류점을 중점으로 하는 4.5km구간이며, 2003년 1월부터 2004년 4월까지 자연형 하천정비가 시행되었다.

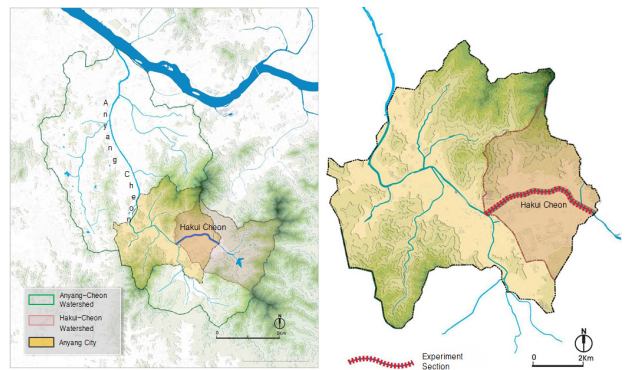


Figure 1. Anyang City & Experimental Stream

2. 연구방법

자연형 하천공법 적용 후 실행된 모니터링에서 도출된 하천 경관 및 생태계 변화과정을 요약하고 하천자연도 분석을 통해 복원성과의 유효성을 평가하였다. 사후 모니터링과정과 유효성 평가에서 도출된 적응관리 방안을 저수로에서 고수부지에 이르는 하천 횡단면위에 구분하고 실행과정과 후속적 관리 방안을 제시하였다.

III. 적응관리의 실행

1. 하천경관 변화와 적응관리

하천경관 모니터링은 공법이 적용된 구간에 대한 파노라믹 사진촬영을 통해 공법 적용 전과 후의 경관변화과정을 비교 분석하였다. 공법 적용 이전, 2003년 이후 4차례, 2015년 다시 현장 관찰을 통해 홍수 및 강우에 의한 유량 및 수위 변화과정을 거치면서 공법이 설치된 위치에 그 형상을 유지하고 있으면서 유실되지 않아 수리적 안정성을 확인할 수 있었다. <Table 3.>

또한, 10여 년간의 하상지형 형성과정을 통해 중앙부에는 유속이 빠르고 가장자리로 갈수록 중앙부보다 유속이 느려져, 양쪽 하안에 가까운 가장자리 쪽으로 자갈 및 모래 등 하상재료의 재퇴적이 발생하였다.

이러한 하천경관 변화 과정의 평가를 통한 도출된 적응관리 방안은 다음과 같다 <Table 1>.

Table 1. 경관변화과정과 적응관리

하천경관 변화	적응관리 방안
1. 하도내 미지형생성	하상토의 준설
2. 단단계 낙차공의 육화	웅덩이 부분에 유사퇴적
3. 천변습지의 기능 저하	자갈여과 습지의 추가조성

2. 하천생태계 변화와 적응관리

하천 생태계 변화과정의 모니터링은 생물 분류군의 경년 변화를 통해 생태계 재생의 유효성을 평가하고 생태적 기능의 보완 및 개선을 위한 적응관리 방안은 다음과 같이 실행되었다 <Table 2>.




Table 2. 생태계변화와 적응관리

하천생태계 변화	적응관리 방안
1. 식생하도 증가에 따른 고수부지 유사퇴적	퇴적토 제거, 정수식물식재
2. 환삼덩굴 등 교란생물종 발생	환삼덩굴 제거 후 정수식물 식재
3. 버드나무의 과다성장	중등치기, 밀등치기
4. 수서생물종 서식처 기능 저하	서식처 기능 개선 및 주요종 방사

참고문헌

1. Choi, Jungkwon. 2013. A Study on Application & Evaluation of Riverbed Techniques for the Formation of Hyporheic Zone. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology, 16(6), 119-133.
2. USDA, 1998 "Stream Corridor Restoration"
3. USA EPA, 1997 "Volunteer Stream Monitoring : A Methods Manual"
4. KICT, 2002, River Restoration Guideline
5. 안양시, 2003-9, 안양천 모니터링 연구
6. 안양시, 2001, 학의천 자연형 하천 조성공사 실시설계 보고서

Table 3. Process of River Landscape

Experimental Reach				
Before implementation (2001)	Channel Pattern	Revetment	Channel Width	
	Linear	Concrete Block	15-18m var.	
	Channel Depth	Water Quantity	Water Quality	
	5-15cm	9,000ton/day	BOD 3.5mg/l	
After implementation (2004)	Channel Pattern	Revetment	Channel Width	
	Curvilinear	Riprap	15-21m var.	
	Channel Depth	Water Quantity	Water Quality	
	10-25cm	35,000ton/day	BOD 1.5mg/l	
After implementation (2015)	Channel Pattern	Revetment	Channel Width	
	Alternative	Vegetable riprap	8-18m var.	
	Channel Depth	Water Quantity	Water Quality	
	10-35cm	38,000ton/day	BOD 1.3mg/l	