소하천정비사업의 예방투자효과 분석

Analysis of the Preventive Investment Effect of Small Stream Improvement

안태진* · 이주헌** · 이승오*** · 정태성****

Ahn, Taejin · Lee, Joo Heon · Lee, Seung Oh · Cheong, Tae Sung

Abstract

In this study, the necessity and significance of the small stream improvement project are suggested after the quantitative analysis on ROI(Return on Investment) of disaster prevention since abolishing and changing of transfer fund, which was a part of the small stream improvement project cost in 2005. Total 60 small streams were selected to investigate the disaster records and rain-falls, and analyzed ROI of disaster prevention using historical disaster records in this study. Also, investigation items were specified relating with water utilization, environments, flood control, and revetment safety on 52 small streams, already completed the small stream improvement. Results from this study will be able to contribute to the compilation of budget in the central and local governments.

Key words : Small Stream Improvement, Preventive Investment Effect, Water Utilization, Flood Control, Environments, revetment safety

요 지

본 연구에서는 소하천정비사업의 사업비 중 일반양여금 제도와 농특세양여금 제도의 폐지 및 변경 시점인 2005년을 기점으로 소하천정비사업의 투자현황을 분석하여 투자대비 재해예방효과에 대한 정량적인 분석을 통해 소하천정비사업의 필요성 및 당위성을 제시하였다. 60개 소하천을 선정하여 과거피해이력과 강우량 등을 조사하였으며, 과거피해이력을 활용한 분석방법을 통하여 재해예방효과를 분석하였다. 또한, 소하천정비가 완료된 49개 소하천을 대상으로 이수, 환경, 치수 및 호안안정성 등에 관한 조사항목을 수립하고 평가하였다. 본 연구의 결과는 중앙정부기관 및 해당 지방자치단체 등의 예산 수립 시 자료로 활용됨으로써 지속적이고 안정적인 예산확보에 기여할 수 있을 것이다.

핵심용어 : 소하천정비사업, 재해예방효과, 이수, 치수, 환경, 호안안정성

1. 서 론

우리나라의 하천은 길이는 국가하천 2,781km, 지방하천 27,451km, 소하천 35,815km으로, 소하천은 이 중에서 54.2%를 차지하고 있으며, 소하천 정비사업 평가(국회예산정책처, 2008)에 따르면 2008년까지 전체 소하천 구간 중 약 39%인 13,938km가 정비되어 있는 것으로 조사되었다.

한편, 최근 10년(1999년~2008년) 동안의 하천피해액 4조 2,888억 원 중, 소하천의 피해액은 전체의 39.3%인 1조 6,819억 원이며, 또한, 같은 기간 동안 하천피해로 인한 복구액은 총 7조 9,790억 원이고, 이 중 소하천은 전체의 31.3%인 2조 4,959억 원을 차지한다.

국가하천의 정비 비율이 90% 이상이고 소하천의 피해액을

고려해볼 때, 소하천이 차지하는 비중이 상당함에도 불구하고, 국가 및 지방하천에 비해 복구나 정비가 소홀하기 때문에 조속히 소하천의 정비에 대한 개선이 수행되어야 할 것으로 보인다.

이에 본 연구에서는, 소하천정비사업의 필요성 및 당위성을 확인하기 위해 24개 지자체의 정비가 완료된 소하천 중 49개 소하천을 대상으로 이수 및 환경영향 평가와 치수안전도 및 호안안정성 검토를 수행하였으며, 최근 10년간의 소하천 정비사업 완료지구 중 3,651 km 구간을 선정하여 소하천정비사업을 위한 투자비와 과거 피해액, 예상피해액 분석과 과거 발생한 수해지구를 대상으로 계획빈도, 계획강우량, 계획홍수량, 피해액, 복구액 및 투자비용을 분석하여 예방투자 효과를 평가하였다.

*정회원 · 환경대학교 토목공학과 교수 (E-mail : ahntj@hknu.ac.kr)

**정회원 · 중부대학교 토목공학과 교수

***정회원 · 홍익대학교 건설도시공학부 조교수 (교신저자)

****정회원 · 국립방재연구소 시설연구관

2. 재해예방효과 분석

2.1 강우량-피해액 관계 분석

소하천정비의 예방 투자 효과를 평가하기 위해 각 소하천에 대한 피해 발생일의 강우량과 피해이력 및 피해액을 조사하여 강우량과 피해액의 관계를 분석하였다.

정밀조사 대상으로 선정된 소하천의 재해 이력을 조사하기 위하여 각 해당 지자체의 풍수해 및 하천재해대장과 소방방재청에서 운영하고 있는 국가재난관리시스템(NDMS)에서 소하천의 과거재해이력을 수집하였다.

그림 1의 하천개소, 피해구간, 피해액에 대한 소하천 정비지구(42개소)와 미정비지구(803개소)의 피해내역을 비교한 결과를 보여주고 있으며, 소하천 정비지구에서 피해물량과 피해액이 감소함을 알 수 있다. 한편 그림 2에는 그림 1의 소하천정비완료지구 42개소에서 정비사업 전·후의 피해내역을 비교한 결과, 정비 완료 후의 피해가 줄어드는 것으로 나타났다. 특히 피해액의 경우에는 정비 전과 후가 약 5배 정도의 차이를 보여 전체적으로 정비 이후에는 피해가 급격히 감소하는 것으로 나타나, 소하천의 정비는 수해 감소에 큰 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었다.

그림 3은 전체 소하천에 대한 강우량별 피해액을 분석한 후, 정비지구와 미정비지구의 강우량별 피해액을 비교 분석한

그림 1. NDMS에서 수집된 소하천 정비지구와 미정비지구의 피해 내역 비교(1999~2008)

그림 2. NDMS에서 수집된 소하천 정비지구의 사업 전·후 피해 내역 비교(1999~2008)

것이다. 각 소하천의 해당 시군의 지역별 확률강우량은 지역별로 차이가 났으나, 재현기간 30년, 지속시간 1시간에 대하여 58.1 mm~80.8 mm로 나타나 이 보다 높은 100 mm를 기준으로 피해액과의 관계를 분석하였다. 분석 결과, 정비된 소하천은 100 mm 이상의 큰 강우량에서 강우량의 증가에 따라 피해액이 증가하는 것으로 나타났고, 미정비 소하천 역시 강우량의 증가에 따라 피해액이 증가하지만 100 mm 이하의 강우량에서도 잦은 피해가 발생하는 것으로 분석되었다.

강우량-피해액 관계 분석방법 중 설계 강우에 의한 분석은 지역별 확률강우강도와 피해발생 당시의 시강우를 이용하여 수행하고, 대상 소하천의 피해 내역을 분석한 결과를 그림 4에 도시하였다. 정비지구의 하천개소 당 피해액은 총 0.29억 원으로 나타났으며, 이때의 피해를 유발한 강우량이 설계 강우량을 초과하였을 때의 피해액은 하천개소 당 약 0.16억 원, 설계 강우량을 초과하지 않았을 경우는 약 0.13억 원의 피해가 발생하였다. 반면, 미정비지구의 경우 피해액은 총 0.67억 원으로 정비지구에 비해 약 2.3배 크게 나타났으며, 피해강우량이 설계 강우량을 초과 하였을 경우 약 0.43억 원, 초과하지 않았을 경우 0.24억원의 피해가 발생하는 것으로 나타났다.

설계 강우량을 초과하는 강우가 발생하였을 때, 하천개소 당 피해액은 정비되지 않은 하천이 정비된 하천보다 개소 당 약 0.27억 원의 피해가 더 발생되었으며, 약 2.7배의 차이를 보이고 있다. 또한 소하천정비기본계획에서 산정된 대상 소하

그림 3. 강우량 별 소하천 피해액 관계도

그림 4. 정비지구 및 미정비지구의 설계 강우량에 따른 하천개소 당 피해액

천의 설계 강우량을 조사하여, 피해 내역을 분석한 결과, 설계 강우량을 초과하지 않는 경우의 피해액 비교에서도 정비 완료된 하천에 비해 완료되지 않은 하천이 약 0.11억 원의 피해가 더 발생하였으며, 약 1.9배의 차이를 보였다.

정비완료하천과 미정비하천의 피해사태에 대한 피해액 및 복구액을 비교분석하여 도출된 결과를 통해 정비된 하천의 피해가 줄어든다는 것을 정량적으로 확인할 수 있으며, 이로써 소하천정비사업은 재해예방에 효과가 있다고 판단할 수 있다.

2.2 과거 소하천 재해이력을 고려한 분석

재해이력을 감안하여 이전까지의 소하천정비사업을 통해 얻은 예방투자효과를 판단하기 위해, 정밀조사 대상인 정비하천의 과거 소하천 재해이력을 이용하여 정비지구를 미정비지구로 간주하고 정비완료 후 발생 가능한 직접피해를 예방투자 편익으로 환산하여 분석하였다. 이는 소하천정비종합계획 및 소하천정비실시설계에서 수행된 경제성 분석과는 구별되며, 소하천의 치수경제성 분석을 통해 경제성이 있는 것으로 판단되어 정비된 소하천의 경제성에 추가하여 얻어진 재해예방 편익을 파악하고자 하였다.

재해이력에서 정비가 완료된 소하천 시설의 직접적인 피해는 소하천의 치수경제성 분석 시, 홍수피해예상액에 편익을 생성하는 것이다. 즉, 편익 보장을 위하여 설치된 소하천 시설물이나, 월류를 막는 수준에서 발생된 것으로 판단되는 제방 및 호안유실과 같이 편익을 보장하는 과정에서 발생한 피해, 낙차공 유실 및 단편적인 호안유실 등과 같은 단순히 편익에 기여하지 못하는 피해일 수도 있다. 따라서 집계된 피해는 편익을 지키기 위하여 설치된 소하천 시설의 유지관리 비용도 일부 포함하였다.

과거 소하천 재해이력은 제방 피해 등 소하천의 직접적인 피해가 일어난 경우를 말한다. 표 1과 같이 재해 이력을 활용한 예방투자효과분석에서 정비완료 전의 피해액, 정비완료 후의 피해액, 정비 사업비를 감안하여 예방투자효과 분석방향을 설정하였다.

예방투자효과 평가지표는 정비완료 전 및 정비완료 후의 피해액에 대한 사업비의 비로 정의 하였다. 정비를 완료함으로써 예방되는 피해에 대한 투자효과를 판단하기 위해 예방투자효과 분석에서 정비완료전의 피해액과 사업비의 비를 C1

그림 5. 예방투자효과 분석 결과

이라 정의하고 이 값이 클수록 예방투자효과가 큰 것으로 선정하였다. 또한, 정비를 완료하였음에도 발생하는 피해에 대해 분석하기 위해 정비완료 후의 피해액과 사업비의 비를 D1이라 정의하고 이 값이 작을수록 예방투자효과는 적은 것으로 선정하였다. 대상이 되는 소하천은 지역적인 안배, 소하천의 정비상태, 개보수 실적 및 자료의 보유 정도 등을 종합적으로 고려하여 1999년 이후에 정비가 완료된 52개 소하천을 선정하였고, 1999년 이전에 정비가 완료된 5개 소하천을 추가하여 전체 57개 소하천에 대해 분석을 하였다. 한편, 1999년 이전에 완료된 5개 소하천에 대해서는 정비전의 피해액을 파악하기 어려워 정비 후 피해액만 고려하여 평가지표 D2를 D1과 같은 방법으로 정의하여 이 값이 작을수록 예방투자효과가 적은 것으로 선정하였다.

이러한 기준으로 전국에 걸쳐 57개 소하천을 선정하고 각 소하천별로 정비사업 전후의 수해 피해액을 수집하였다. 예방투자효과 평가지표를 적용하여 분석한 결과, 그림 5와 같이 47.4%인 27개 소하천에서 예방투자효과가 크게 나타났으며, 효과가 보통이거나 적은 경우는 52.7%인 30개소였다.

분석된 전체 57개 소하천 중에 정비가 완료된 지 10년 이하인 소하천이 52개였음에도 불구하고, 절반에 가까운 소하천에 대해서 예방투자효과가 크게 나타난 것은 소하천정비사업이 단기간에도 투자효과를 나타낸다고 판단할 수 있다.

3. 이수 및 환경영향 분석

이수영향 분석은 하천수 이용을 위해 설치한 시설물의 위치가 물의 흐름을 방해하지 않도록 계획한 여부, 시설물의 설치로 인해 홍수위 상승을 초래하여 수해 유발 가능성이 없도록 계획한지의 여부, 하천수 이용을 위해 설치하는 시설물과 하천제방을 보호하기 위해 적절한 보호공법을 선정하여 시공한 여부 등을 포함한 다양한 관점에서의 조사 및 분석이 이루어져야 한다.

환경영향 분석은 인공적으로 설치하는 호안을 친환경 호안으로 시공한 여부, 과도한 하상유지시설이 평시 하천흐름에 영향을 준 정도, 하상 바닥까지 콘크리트로 처리하여 하천의 환경성을 상실하였는지 여부, 콘크리트 옹벽 및 찰쌓기로 인

표 1. 예방투자효과 여부 평가지표

등급	평가결과	2000년 이후 정비완료 지구의 평가지표 값 범위	1999년 이전 정비완료 지구의 평가지표 값 범위
1	매우 큼	$C1 \geq 0.3$ $D1 < 0.05$	$D2 < 0.05$
2	큼	$0.05 \leq C1 < 0.3$ $D1 < 0.1$	$0.05 \leq D1 < 0.1$
3	보통	$C1 < 0.05$ $D1 < 0.05$	$0.1 \leq D2 < 0.3$
4	작음	$C1 < 0.05$ $0.05 \leq D1 < 0.3$	$0.3 \leq D2 < 0.4$
5	매우작음	$C1 < 0.05$ $D1 \geq 0.3$	$D2 \geq 0.4$

하여 하천 생물의 이동을 차단한 여부, 하천 생태계의 중방향 및 횡방향의 물리적, 생태적 연속성을 고려하고 각종 동식물 이동에 지장을 주지 않도록 시공한지의 여부, 어류 이동통로 확보를 위한 어도 설치 여부, 제방 법면을 완만한 기울기가 형성되도록 조성되었는지의 여부, 수질정화 및 야생동물 서식이 가능한 수변식생대의 조성 여부, 자연적으로 형성된 소 및 여울, 습지 등의 보존 여부, 야생동물의 서식 및 이동에 필요한 소규모 생태공간 비오톱(Bio-Top) 조성 여부 등의 항목을 평가하고 검토 및 분석하여야 한다. 또한, 하천 수질은 수중 동식물이 서식하는데 가장 중요한 요소가 되므

로 이에 대한 수질조사 분석도 포함되어야 한다.

본 연구에서는 이수 및 환경영향 분석에 필요한 인자들을 종합하여 표 2와 같은 평가 지표를 제안하였고, 표 3의 평가척도를 이용하여 24개 지자체에서 정비가 완료된 49개 소하천을 대상으로 이수 및 환경영향에 관한 분석을 수행하였다. 49개 소하천은 2.2절에서 언급한 것과 같이 1999년 이후에 정비된 52개 소하천으로부터 선정되었다. 항목별 등급은 각 부문별 지수를 미리 설정된 등간격의 분류범주(표 3)에 따라 등급으로 환산하여 표시하고 각 지수를 항목의 개수로 나누어 종합 등급으로 표시하였다. 이 지표는 소하천의 환경 및

표 2. 환경 및 이수 평가를 위한 조사 항목 및 평가 지표

구분	평가 지표				
	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
1 호안경사 및 호안공	완경사 식생호안	완경사~급경사 식생호안 ~친환경블록 등	급경사 친환경블록 등	급경사 사석 및 석축 호안 메쌓기	급경사 콘크리트옹벽 석축 찰쌓기
2 하도 조건	하도 평면 및 저수로의 정비 전 자연 상태 유지, 하도 식재 유지	인공적으로 풍부한 여울과 소, 습지, 비오톱 등 조성. 풍부한 식생유지	인공적으로 빈약한 여울, 소, 습지, 비오톱 등 조성 빈약한 식생 관리	소극적인 하천생태계 보강 시설, 하도저수로의 지나친 확폭, 완경사 낙차공	하도저수로의 지나친 확폭, 급경사 낙차공 및 하상 사석공 설치
3 동식물상 서식정도	수중식물, 습생식물 등이 적당히 혼재되고 아주 풍부 (식생 80% 이상)	수중식물, 습생식물 등이 적당히 혼재되고 비교적 풍부 (식생 70% 이상)	수중식물, 습생식물 등이 적당히 혼재되고 비교적 빈약 (식생 60% 이상)	수중식물, 습생식물 등의 식생밀도가 낮아 서식처가 아주 빈약 (식생 40% 이상)	식생빈약, 저수로 폭 전체흐름이 노출되어 수온조절이 어려움 (식생 40% 미만)
4 평시 흐름상태	정비 전 자연적인 상태와 유사	흐름상태가 비교적 자연적인 상태와 유사	흐름상태가 정비 후 비교적 인위적인 흐름으로 전환	수심이 낮고 수면 폭이 지나치게 넓음	하상정비가 심하고 사석공에 의한 지표하 흐름으로 전환된 구간이 다수
5 용수 이용현황	정비 전 하천수량 및 이용량이 상당히 증가 (경지면적 고려)	정비 전 하천수량 및 이용량이 약간 증가 (경지면적 고려)	정비 전 용수 이용과 유사	정비 전 하천수량 및 이용량이 약간 감소 (경지면적 고려)	정비 전 하천수량 및 이용량이 상당히 감소 (경지면적 고려)

표 3. 환경 및 이수 평가 척도

평가등급	지수 I의 범위	정비 후 하천상태
1등급	$1.0 \leq I \leq 1.8$	정비이전과 비교하면 환경 및 (이수)는 아주 양호
2등급	$1.8 < I \leq 2.6$	정비이전과 비교하면 환경 및 (이수)는 대체로 양호
3등급	$2.6 < I \leq 3.4$	정비이전과 비교하면 환경 및 (이수)는 대체로 유사
4등급	$3.4 < I \leq 4.2$	정비이전과 비교하면 환경 및 (이수)의 상태는 비교적 저하
5등급	$4.2 < I \leq 5.0$	정비이전과 비교하면 환경 및 (이수) 상태는 아주 저하

그림 6. 환경 및 이수영향 평가 결과

이수 영향에 대해 정량적 기준을 제시하며, 소하천정비 후의 환경 및 이수 영향을 검토하는 기준으로 사용 될 수 있을 것이다.

49개 소하천에 대한 환경 및 이수 영향의 5개의 평가지표를 등급으로 환산하여 분석한 결과(그림 6), 호안경사 및 호안공에 대한 지표에서는 대체적으로 1~4등급이 고르게 분포하였고, 하도조건, 동식물상 서식정도, 평시 흐름상태에 관한 지표에서는 2등급과 3등급이 대부분을 차지하였으며, 마지막으로 용수이용현황에 관한 지표에서는 3등급이 전체의 75% 이상을 차지하였다. 5개의 지표를 종합하여 평가하였을 때, 1등급이 전체의 16.3%, 2등급 42.9%, 3등급 34.7%, 4등급 6.1%로 분포하였고, 5등급으로 평가된 소하천은 없는 것으로 나타났다. 전체적으로 약 60%의 소하천은 정비 이전에 비해 개선되었으나, 나머지 40%의 소하천은 정비 이전과 비교하였을 때 대체로 비슷하거나 저하 된 것으로 분석 되었다.

소하천정비의 환경 및 이수영향평가 결과, 전반적으로 2~3등급의 양호한 평가결과를 나타냈으나, 용수이용에 대해서는 정비 전과 유사한 것으로 분석되어 소하천정비는 하천환경에는 영향을 미치지않, 이수에 있어서는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

4. 치수안전도 및 호안안정성

국가하천에서 적용되는 치수안전도는 치수단위 구역에서 현존하거나 장래 존재하게 될 인명, 재산 및 사회기반시설 등을 홍수로부터 방어하거나 피해를 저감할 수 있는 기준 안전율을 말하며, 설계빈도, 위험도, 안전도 등으로 나타낼 수 있다. 한편, 본 연구에서는 소하천의 투자 사업을 통하여 얼마만큼의 치수안전도가 개선되었는지를 평가함으로써, 설계빈도, 치수적 안전도 확보, 저수용량 변화율, 하천 개수율 등의 기준을 포함하는 내용으로 소하천의 치수안전도를 평가하였다.

또한, 호안안정성 평가를 위해서는 실시설계 이후의 하천 현황 및 피해 현황을 조사하였다. 그리고 조사한 하천을 비교 및 검토하여 호안의 수리적 안정성 및 실시설계가 적용된 호안의 적합성 여부를 평가하였다. 평가 항목으로는 하도구간별 소류력과 유속, 호안종류 및 축제, 평상시 호안의 식생 특성 등이 있다.

치수안전도 평가를 위해 먼저, 조사대상 하천의 실시 설계 시 적용된 설계 빈도를 파악함으로써 설계 빈도에 따라 하천의 치수안전도 등급을 적용하여 평가하였다. 또한, 홍수량을 소통시킬 수 있는 충분한 하폭을 확보하고 있는 것인지 통해 하천의 치수적 안전도 확보 요건을 평가하였으며, 하도의 총 저수용량 변화율은 계획홍수위를 기준으로 하여 정비 전후 하도의 총 저수용량 변화를 분석하였다. 이는 정비 전후 하천의 횡단면을 이용하고 100 m 간격으로 산정함으로써 홍수류의 저류 가능용량을 산정하여 평가하였다. 마지막으로 하천 개수율은 현재 소하천의 개수 진행 상태를 파악하여 전체 하도길이에 따른 개수구간을 기준으로 평가하였으며, 하천 현지 조사를 통해 전체 하도구간에 대한 개수사업이 완료된 구간 의 길이 비율로 환산하여 정하였다.

호안안정성평가에 중요한 역할을 하는 하도구간별 유속은 밑다짐의 폭을 기준으로 평가하였으며, 호안 종류 및 축제는 모든 도사 대상 하천의 하천 공법을 총 11가지의 사용 재료 별 호안타입으로 조사하고 그 적합성 여부를 평가하였다. 또한, 평상시 호안 식생 특성은 호안 주변의 식생밀도를 기준으로 평가하였다.

본 연구에서는 치수안전도와 호안안정성 평가를 위해 위에서 언급된 요소들을 종합한 지표를 표 4와 같이 제안하였고, 표 5의 척도를 이용하여 정비가 완료된 49개 소하천의 치수 안전도와 호안안정성을 평가하였다. 항목별 등급은 각 부문별 지수를 미리 설정된 등간격의 분류범주(표 5)에 따라 등급으로 환산하여 표시하고 각 지수를 항목의 개수로 나누어 종합

표 4. 치수안전도 및 호안안정성 평가항목 및 지표

구분		평 가 지 표				
		1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
1	하천경사 및 흐름	완경사 상류흐름 평균유속 1m/s이내	완경사 상류흐름 평균유속 2m/s이내	완경사 및 급경사 혼재 상류(주흐름) 및 사류 혼재 평균유속 3m/s이내	완경사 및 급경사 혼재 상류 및 사류(주흐름) 혼재 평균유속 4m/s이내	급경사 사류흐름 평균유속 4m/s이상
2	홍수시 호안반응	호안유실 5% 미만	호안 유실 5~10%	호안 유실 10~20%	호안 유실 20~30%	호안 유실 30% 이상
3	하폭변화	확폭 10% 이상	확폭 10% 미만	확폭 없음	감폭 10% 미만	감폭 10% 이상
4	홍수소통 능력	50년 이상에도 범람없음	30~50년에 범람	10~30년에 범람	5~10년에 범람	5년 미만에도 범람
5	하천 개수율	60%이상	60~30%이상	30~20%이상	20~10%이상	10%미만

표 5. 치수안전도 및 호안안정성 평가 척도

평가등급	지수 I의 범위	정비 후 하천상태
1등급	$1.0 \leq I \leq 1.8$	정비이전과 비교하면 치수안전도 및 호안안정성은 아주 양호
2등급	$1.8 < I \leq 2.6$	정비이전과 비교하면 치수안전도 및 호안안정성은 대체로 양호
3등급	$2.6 < I \leq 3.4$	정비이전과 비교하면 치수안전도 및 호안안정성은 대체로 유사
4등급	$3.4 < I \leq 4.2$	정비이전과 비교하면 치수안전도 및 호안안정성은 비교적 저하
5등급	$4.2 < I \leq 5.0$	정비이전과 비교하면 치수안전도 및 호안안정성은 아주 저하

표 6. 치수안전도 및 호안안정성 평가 사례(시범소하천)

구분			평가 지표					평가 등급	
			1	2	3	4	5		
행정 구역	소하천	평가 구간	하천경사 및 흐름	홍수시 호안반응	하폭변화	홍수 소통능력	하천 개수율		
안성시	당왕천	단일	3등급	1등급	1등급	2등급	1등급	1등급 (I=1.6)	
평창군	큰골천	단일	3등급	3등급	2등급	3등급	1등급	2등급 (I=2.4)	
예산군	상가천	상	2등급	1등급	2등급	2등급	1등급	1등급 (I=1.6)	1등급 (I=1.6)
		하	2등급	1등급	2등급	2등급	1등급	1등급 (I=1.6)	
상주시	남장천	상	3등급	2등급	2등급	2등급	1등급	2등급 (I=2.0)	2등급 (I=2.2)
		하	3등급	2등급	4등급	2등급	1등급	1등급 (I=2.4)

그림 7. 치수안전도 및 호안안정성 평가 결과

등급으로 표시하였다. 평가된 전체 소하천 중에 시범소하천인 안성시의 당왕소하천, 평창군의 큰골소하천, 예산군의 상가소하천, 상주시의 남장소하천 등 4개 소하천에 대해 평가한 사례를 표 6에 정리하였으며 정비이전과 비교하면 치수안전도 및 호안안정성은 대체로 양호한 것으로 평가되었다. 이 지표는 소하천정비 후의 치수안전도와 호안안정성을 평가하는 정량적인 기준이 될 것이다.

49개 소하천을 대상으로 치수안전도 및 호안안정성을 5개의 평가지표를 이용하여 평가하고 등급으로 환산한 결과를 그림 7에 정리하였다. 호안반응, 하폭의 변화, 하천 개수율 부분에서는 1등급이 절반 정도를 차지하였으며, 다음으로 2등급과 3등급 순서로 나타났다. 반면, 하천경사 및 흐름에 대해서는 2등급과 3등급이 약 83.7%로 나타났으며, 홍수소통능력 부분에서는 약 63.3%가 2등급으로 평가되었다. 종합적으로 볼 때, 1등급과 2등급이 각각 44.9%와 51.0%로 평가되어 소하천의 치수안전도 및 호안안정성이 상당히 개선되었음을 보여주었다.

소하천정비사업의 치수안전도 및 호안안정성 평가결과 대체적으로 각 항목이 1~2등급으로 평가되었다. 반면, 흐름특성 및 홍수소통능력과 같은 유수 소통에 대한 항목에서는 1등급

의 분포가 다소 적었으나 2~3등급으로 평가되어 양호한 것으로 판단되었다.

5. 결 론

본 연구에서 수행된 소하천정비사업의 예방투자효과에 대한 분석 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 소하천의 예방투자효과를 평가하기 위한 강우량-피해액 관계를 분석한 결과, 정비되지 않은 소하천이 정비된 소하천에 비해 피해액이 약 2.3배 정도 큰 것으로 나타났으며, 정비된 소하천의 경우 정비 전에 비해 피해액이 약 1/5로 감소하는 것으로 분석되었다. 또한, 전체 소하천에 대한 강우량별 피해액을 분석한 결과, 정비된 소하천은 100 mm 이상의 강우발생 시 강우량이 증가함에 따라 피해액이 증가하는 것으로 나타났으나 미정비 소하천의 경우, 100 mm 이하의 적은 강우에서도 큰 피해를 발생시키는 것으로 분석되어, 소하천정비사업이 재해예방에 효과가 있는 것으로 판단되었다.
- 3) 57개 소하천의 재해이력을 통해 예방투자효과를 분석한 결과, 절반에 가까운 소하천에서 예방투자 효과가 큰 것

으로 분석되었으며, 정비가 완료된 지 10년 이하인 소하천이 대부분임에도 불구하고 이러한 결과가 나타난 것으로 보아 소하천정비사업이 단기간에도 투자효과를 나타낸다고 할 수 있다.

- 4) 환경 및 이수 영향을 분석하기 위해 호안상태, 하도조건, 동식물상, 흐름상태, 용수이용 등의 5가지 항목을 포함하는 지표 및 평가 척도를 제안하여 49개 소하천에 대해 분석한 결과, 전반적으로 약 60%의 소하천이 정비 이전에 비해 개선된 것으로 나타났다. 특히, 용수이용에 대해서는 정비 전과 유사한 것으로 분석되어 이수보다는 하천환경에 영향을 미치는 것으로 판단되었다.
- 5) 치수안전도 및 호안안정성 평가를 위해 하천경사 및 흐름, 홍수시 호안반응, 하폭변화, 홍수소통능력, 하천 개수율 등의 항목을 포함하는 지표 및 평가 척도를 제안하고, 49개 소하천에 대해 분석한 결과, 흐름특성 및 홍수소통능력과 같은 유수 소통에 관한 항목에서는 다른 항목에 비해 비교적 1등급의 분포가 적었지만, 종합적으로 보았을 때 1등급이 약 44.9%, 2등급이 약 51%로 분포되어 소하천의 치수안전도 및 호안안정성이 상당히 개선된 것으로 분석되었다.

본 연구는, 지금까지 완료된 소하천정비 결과를 정량적으로 분석함으로써 소하천정비의 필요성 및 당위성을 제시하였다. 본 연구의 결과는 중앙정부기관 및 해당 지방자치단체 등의 예산 수립 시 자료로 활용 될 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 2010년 국립방재연구소에서 시행한 소하천정비사업의 예방투자 효과 분석과제의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

국립방재연구소 (1998) 소하천 시설기준 제정을 위한 기초연구, 행정자치부 국립방재연구소.
 국립방재연구소 (1999) 소하천시설기준 제정연구, 행정자치부 국립방재연구소.
 국립방재연구소 (2002) 자연형 소하천 정비공법 개발, 행정자치부 국립방재연구소.
 국립방재연구소 (2004) 자연형 소하천 정비공법 개발(III), 2004 모니터링 결과분석을 중심으로, 소방방재청 국립방재연구소.
 국립방재연구소 (2005) 자연형 소하천 정비공법 개발(IV), 국내외 연구 및 사례조사를 중심으로, 소방방재청 국립방재연구소.
 국립방재연구소 (2007) 자연형 소하천 보고서, 소방방재청 국립방재연구소.
 국회예산정책처 (2008) 소하천 정비사업 평가, 국회예산정책처.
 한국지방재정학회 (2006) 재해예방사업의 효과 제고를 위한 사업 계획 수립기준 연구, 소하천 정비사업 및 재해위험지구 정비 사업을 중심으로, 한국지방재정학회.
 경기도 (2010) 2011 아름다운 소하천가꾸기 사업대상 선정지침, 경기도.
 행정자치부 (1995) 소하천 시설기준, 행정자치부.
 서울시정개발연구원 (2004) 서울시 하천정보 표준화 방안, 서울시 정개발연구.
 한국관개배수 (2004) 상가천 자연형 소하천정비 시범사업, 한국관

개배수, 제11권, 제2호 pp. 297-306.
 박봉진, 신종이, 정관수 (2005) 하천의 생물서식처 복원을 위한 하천 자연도평가 : II. 평가방법의 적용, 한국수자원학회 논문집 제38권, 제1호, pp. 49-57.
 조원철 외 (2009) 소하천 방재시설 기준연구, 자연재해저감사업단.
 서동일 (2009) 우리나라 하천관리를 위한 소하천 관리의 필요성, 한국수자원학회지, 한국수자원학회, 제42권, 제5호, pp. 18-22.
 오경두 (2009) 미래지향적인 소하천 치수계획을 위한 소고, 한국수자원학회지, 한국수자원학회, 제42권, 제5호, pp. 23-37.
 황순진 (2009) 하천 생태복원에 있어 소하천의 중요성, 한국수자원학회지, 한국수자원학회, 제42권, 제5호, pp. 38-49.
 송주일, 김정수, 윤세의 (2008) 소하천 시설물의 치수안정성 및 방재성 강화 필요성 연구, 한국방재학회 2008년도 정기총회 및 학술발표대회 논문집, 한국방재학회, pp. 735-738.
 이상국, 정재학, 이호열, 이종철 (2008) 자연형 소하천 모니터링 시범사업 결과분석, 한국방재학회 2008년도 정기총회 및 학술발표대회 논문집, 한국방재학회, pp. 751-754.
 연구방, 김양수 (2005) 자연형 소하천 정비사업 수리특성 분석, 한국수자원학회 2005년도 학술발표회 논문집, 한국수자원학회, pp. 444-448.
 김익재 (2008) 수생태계보호를 위한 소하천관리방안.
 김명진 (2007) 생태하천 복원 방안, 환경영향평가 16:1.
 강릉시 (2001) 소하천정비종합계획 보고서, 강릉시.
 군산시 (2003) 소하천정비종합계획 보고서, 군산시.
 나주시 (2003) 소하천정비종합계획 보고서, 나주시.
 남양주시 (1999) 남양주 소하천정비 종합계획(I) (왕숙천 권역), 남양주시.
 남양주시 (1999) 소하천 정비 종합계획(II)(상) (한강, 북한강 권역), 남양주시.
 밀양시 (2002) 소하천정비 종합계획(I), 밀양시.
 상주시 (2002) 소하천 정비 종합계획수립 보고서(I), 상주시.
 안성시 (2002) 소하천정비 종합계획(II)보고서, 안성시.
 안성시 (2002) 당왕소하천 친환경 조성공사 실시설계용역 보고서, 안성시.
 안성시 (2005) 용두소하천 개수공사 실시설계 보고서, 안성시.
 안성시 (2005) 당왕소하천 친환경조성공사 모니터링 보고서, 안성시.
 안성시 (2006) 원승두 소하천 정비사업 실시설계 보고서, 안성시.
 안성시 (2009) 안성시 재해복구사업 분석·평가 최종보고서, 안성시.
 연천군 (2001) 소하천정비종합계획 보고서, 연천군.
 예천군 (2002) 소하천 정비 종합계획 보고서(안), 예천군.
 완주군 (2001) 소하천정비 종합계획 보고서, 완주군.
 완주군 (2002) 소하천정비종합계획, 완주군.
 원주시 (2003) 소하천정비종합계획 보고서, 원주시.
 이천시 (2000) 소하천정비종합계획, 이천시.
 이천시 (2003) 소하천정비종합계획, 이천시.
 임실군 (2004) 소하천정비종합계획 보고서, 임실군.
 청원군 (2003) 소하천정비종합계획 보고서(I), 청원군.
 청원군 (2003) 소하천정비종합계획 보고서(II), 청원군.
 청주시 (2000) 소하천정비종합계획, 청주시.
 파주시 (2009) 소하천정비 종합계획(재정비) 최종보고서, 파주시.
 평창군 (2002) 평창군 소하천정비 종합계획(제1권역)보고서, 평창군.
 평창군 (2003) 평창군 소하천정비 종합계획(제2권역)보고서, 평창군.
 평창군 (2002) 큰골천소하천정비시범사업 실시설계 보고서, 평창군.
 평창군 (2003) 큰골천(소하천)정비 시범사업(2차) 실시설계 보고서, 평창군.
 함천군, 함천군 소하천정비 종합계획 제1권 보고서, 함천군, 2002.

◎ 논문접수일 : 11년 01월 12일
 ◎ 심사의뢰일 : 11년 01월 13일
 ◎ 심사완료일 : 11년 05월 20일