

## 수변조사의 이해와 적용

### Appreciation and Application of River Corridor Survey

임동균\*, 김규호\*\*, 김한태\*\*\*, 최성열\*\*\*\*

#### 1. 서론

자연 친화적 하천정비사업을 적절하게 추진하기 위해서는 하천수변에 대한 구조적, 생태적 특성들에 대한 체계적인 조사와 관찰 및 연구를 통하여 치수의 기능을 수행하면서도 원래 자연 하천의 모습을 보전 또는 복원하는 개념이 포함된 새로운 정비기법과 효율적 관리기법이 필요하다. 수변조사는 하천 조사와 더불어 하천의 생태환경조사를 정기적, 지속적, 일관적으로 추진하는 것이며, 종래에 수행하던 하천의 물리, 화학 조사 내용도 하천환경에 초점을 맞추어 조사하는 것이다. 나아가 하천환경의 정비·보전을 위한 사업을 추진하는데 있어 하천의 환경 기능(생태 서식처, 친수, 수질 등)을 고려하기 위한 기초 정보를 제공한다. 치수위주의 하천정비로 인하여 교란·파괴된 하천의 고유특성을 복원하고 향후 하천정비에서 하천환경을 고려하기 위해서는 하천 수변조사 및 분석과정이 선행되어야 한다.

따라서, 본 연구는 수변조사를 실시하고 있는 각 국의 정보를 수집하여 국내실정에 맞는 수변조사 기법을 제시한다. 제시된 수변조사 기법을 시험하천에서 적용함으로써 기법의 적합성과 그에 따른 문제점을 파악하고, 향후 개선방안에 대하여 논의한다. 현재 국내에서 체계적인 수변조사를 수행한 사례가 없으므로 조사체계나 방법에서 불완전한 점이 발견되었지만, 향후 지속적인 조사와 체계적인 자료를 토대로 국내실정에 맞는 수변조사 기법을 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 2. 외국의 수변조사

미국에서는 하천 수변복원(水邊復元, stream corridor restoration)을 목적으로 현재 하천 생태계 복원사업이 활발히 진행되고 있다. 하천수변복원에서 조사 항목은 물리적, 생물적, 화학적, 사회적 변수들로 나누어 추진되고 있다(FISRWG, 1998). 물리조사는 하천의 수리·수문 및 형태적인 특성을 포함하며, 생물조사는 하천수변에 서식하는 모든 생물을 포함한다. 화학조사는 여러 수질 및 저니질조사 항목을 포함하고 있으며, 사회조사는 인간 보건, 미관, 비소모성 및 소모성 위락, 연구와 교육, 재산 보호를 고려한다.

일본 하천수변의 국세조사(河川水邊の國勢調査)는 건설성(現 국토교통성)에서 주기적이고 통일적으로 하천정비 관련사업과 하천 관리를 위한 연구와 평가 기초자료로 활용함을 목적으로 시행하고 있으며, 적용 범위는 전국의 국가 관리 109개 수계 1급 하천이다(リバーフロント整備センター, 1991). 이 조사는 1990년부터 5년 간격으로 시행하고 있으며, 조사 항목은 하천, 생물, 하천공간 이용 실태조사를 실시한다. 또한 조사된 자료를 바탕으로 하천환경정보도를 작성하고 있다.

영국의 하천환경조사는 이전의 하천수변조사(RCS: River Corridor Survey)에서 최근에는 하천서식처조사(RHS: River Habitat Survey)로 변화되었다. 하천수변조사 내용은 김한태와 우효섭(2001)이 소개

---

\* 한국건설기술연구원 연구원  
\*\* 한국건설기술연구원 수석연구원  
\*\*\* 한국건설기술연구원 선임연구원  
\*\*\*\* (주) 삼호건설컨설팅 상무이사



표 1 수변조사 항목

구분		세부자료	시행방향
물리 자료	수리	- 수온 - 유속 - 수위와 수심	유속과 수심은 월 1일 2회 측정, 수위는 유속측정 지점의 것을 측정하여 유량의 추정에 사용한다.
	수문	- 유량 - 과거기록홍수 - 강수량·증발산량	기존관측소의 측정자료를 사용
	형태	- 횡단형 - 평면형 - 종단형	조사기간 중 적당한 때에 한번 측량하나 하도형태에 큰 영향을 주는 사건(홍수 등)이 발생하여 하도내에 변동사항이 발생한 경우 재측량을 한다. 또한 하도내 여러 특성사항을 자세히 관찰하여 기록한다.
	하도	- 여울과 소 - 사주 - 수제(물가) - 하도의 침식과 퇴적 - 기타특성 - (저수로와 고수부지 특성 등)	
	하상재료	- 입경분포 - 기타특성(유사분급 등)	월 1회 또는 분기당 1회 실시
화학 자료	수질	- BOD, COD, SS, pH, 대장균수, 전도도, TN, TP, As, Cd, Cr, Hg, Pb	월 1일 6시간간격으로 2회 채수하여 검사하며 채수지점은 시험하천구간 상·하류 2개소로 선정
	저니질	- COD, 강열감량, pH, TN, TP, As, Cd, Cr, Hg, Pb 총량(표층부)	분기당 1회 또는 연간 2~4회 실시
생물 자료	식물	- 수중 - 수제 - 수변	분기당 1회 또는 연간 2~4회 실시
	동물	- 어패류 - 양서 파충류 - 저서무척추동물과 곤충 - 육상곤충류 - 조수류	분기당 1회 또는 연간 2~4회 실시
기타	생태계의 구조와기능	- 구조 - 기능	분기당 1회 또는 연간 2~4회 실시
	하천공간 이용실태	- 수변(하천구역)의 토지이용현황 - 수변의 인문사회적 특성 - 수변의 친수·경관 특성	기존조사자료의 활용

#### 4. 수변조사 결과

시험구간에 대하여 2000년 11월부터 2001년 10월까지 1년에 걸쳐 매월 또는 계절마다 수변조사를 수행하였다. 조사 지점은 각 조사 항목의 특성을 반영할 수 있는 지점을 지정하여 주기적으로 조사하였으며, 자세한 내용은 건설교통부(2001)을 참고할 수 있다.

##### 4.1 물리조사

전체 하폭(평균 약 230 m) 중 평균 40 m정도만이 하도를 형성하고 있었으며, 평균 수심은 대략 0.5-1.0 m이고 유속은 대략 0.5 m/s정도였다. 유량은 10.5 ± 1 cms정도로 크게 변화하지 않았다. 하상 재료는 장기 하상변동의 예측 및 하천의 계획·관리 측면에서 중요한 의미를 가진다. 시험구간의 하상 재료는 대체적으로 작은 입경의 모래질로 구성되어 있다. 여울과 소는 사주와 함께 200-300 m간격으로 형성되어 있었으며, 여울에는 주로 자갈이 분포하였다. 월별 사주의 변화는 크지 않은 것으로 조사되었지만 유량이 증가한 7, 8월에는 사주의 형태 및 위치가 뚜렷이 확인되었다. 그림 3은 하천의 물리특성과 생물의 서식상태를 간략히 기록하는 방안으로 고안된 영국의 RCS지도를 시험하천 구간에 적용하여



오염의 연대를 나타내는 지표로 활용된다. 저니질 조사에서 특이한 사항은 COD 농도가 여름철에 급속히 증가하는 것으로 나타났다.

향후, 지속적인 하천관리를 위하여 조사 대상하천의 유량 및 수질농도 조사뿐만 아니라 상류지역의 오염원 조사 및 유량관리가 필요한 것으로 나타났다.

#### 4.3 생물조사

시험구간에서 식물조사 결과 도시하천에서 흔히 관찰되는 식물군이 출현하였으며, 특이종으로 큰 잎부들, 단풍잎돼지풀, 돼지풀이 발견되어 장기간에 걸쳐 추가조사가 필요한 것으로 판단된다. 또한 본 시험구간 중 홍수에 의해 교란된 구간은 식생구조가 매우 단순화되었다.

저서무척추동물조사 결과 총 3문 5강 11목 29과 57종이 채집·동정되었다. 조사 결과 저서동물 서식처가 많지 않았으며, 향후 인위적으로 서식처를 조성하여 저서동물의 다양성을 높임으로써 양서류, 조류 등 저서동물을 먹이로 이용하는 생물의 다양성을 높이는 효과를 유도할 필요가 있는 것으로 나타났다.

육상곤충조사 결과 총 12목 47과 118종이 관찰되었다. 조사구간은 하안이 비교적 잘 정비되어 있어 수변의 공간에 식물이 서식할 수 있는 장소가 넓게 형성되어 있으나, 육상곤충류가 먹고 서식할 수 있는 식초가 많지 않은 상태이다. 따라서 다양한 곤충류의 식초가 될 수 있는 식물들을 조성하여 곤충류 및 이들을 먹이로 이용하는 양서류, 파충류, 조류, 포유류 등의 종 다양성을 높일 수 있도록 하여야 할 것이다.

포유류조사 결과 총 6종이 확인되었다. 특이종은 없었으며, 시험구간 중 1개의 조사지점에서는 너구리를 확인할 수 없었다. 이러한 원인은 주변에 교통량과 인간에 의한 간섭작용에 의한 것으로 판단된다.

조류조사 결과 총 7목 20과 50종이 확인되었다. 또한 시험구간은 먹이를 찾기 위해서나 휴식을 하기 위해서 거쳐가는 기착지로서 이용되며 조사구간을 토착지로 삼는 종은 드물었다. 즉 계절이나 미세서식지(micro-habitat)별로 하천을 이용하는 조류는 다른 양상을 보인다. 봄과 가을 이동시기에는 번식지로 가거나 월동지로 가기 위해 잠시 들리는 통과조류의 휴식지와 취식지로 이용되며, 여름에는 하천의 환경구조에 따라 다양한 종의 취식지의 기능을 하며, 겨울에는 개방수면이 넓은 경우 수금류의 월동지로서의 기능을 하고 있다.

어류와 패류조사 결과 각각 3목 8과 21종과 4종이 확인되었다. 각 조사지점별로 종수의 차이가 많았으며, 우점종은 피라미와 붕어였다. 시험조사구간의 하도는 치수상 정비가 잘되어 있어 어류의 은신처나 서식처가 부족한 상태이므로 다양한 서식처와 은신처의 설치가 필요하다. 확인된 패류 중 오염지표로 이용되는 원돌이물달팽이가 채집되었다.

양서·파충류조사 결과 특이종은 발견하지 못하였으나, 무성한 갈대와 식생으로 인하여 다양한 종류의 생물이 서식할 가능성은 있다고 판단된다.

시험하천에서 생물조사 방법은 국내 수변조사 기법을 정립하기 위한 연구로서 다양한 조사 기법을 적용하여 검토하였다. 생물조사 방법은 일본에서 실시하고 있는 하천수변의 국제조사 매뉴얼(リバーフロント整備センター, 1997)을 근간으로 국내 실정에 적합하도록 수정하였다. 국내 하천수변 생물에 대한 연구 및 조사가 충분하지 못하므로 수변조사 기법을 표준화하는데는 어려움이 많았다. 향후 생물조사의 분석과 평가는 물리·화학자료와의 상호 연계를 통한 서식처환경에 초점이 맞추어 져야하며, 조사결과를 정량화 할 수 있는 방안(종 다양성 평가지수, 종 풍부도 지수 등)을 도입하여야 할 것이다. 특히 본 조사는 도시에 위치한 중규모의 하천을 대상으로 조사가 이루어졌으며, 향후 다양한 규모의 하천이나 자연하천에서 본 생물조사 기법을 적용하여 적합성을 검토할 필요가 있을 것이다.

## 5. 결론

본 연구는 수변조사를 시행하고 있는 국내외의 정보를 수집하여 국내실정에 맞는 수변조사 기법을 제시하고자 하였으며, 수변조사 기법을 시험하천에서 적용함으로써 기법의 적합성과 그에 따른 문제점을 파악하는 것이 주요목적이다. 이에 따라 각 국의 수변조사 방법에 대한 문헌 및 방문을 통하여 자료를 습득하여 국내여건에 맞는 수변조사 기법을 제시하여 시험하천에 적용하였다. 시험하천 3km구간에 대하여 하천의 물리, 화학 및 생물조사를 수행하면서, 수변조사 항목 및 방법 등에 대한 적합성과 문제점을 파악하였다.

물리분야에서는 하천 유량, 수제 형태, 여울과 소 분포, 사주의 형태 및 변화양상, 하상재료 분포 등에 대한 조사를 매월 시행하였다. 1년 간의 조사결과를 바탕으로 수변 내 변화 양상을 판단하는 것은 무리가 있을 것으로 판단되며, 향후 생태교란(홍수 등) 전·후 시점에 추가 조사가 이루어 져야할 것으로 판단된다. 화학분야에서는 수질 및 저니질에 대한 자료를 수집 및 분석하였다. 그러나 지속적인 하천관리를 위하여 조사 대상하천의 유량 및 수질농도 조사뿐만 아니라 상류지역을 포함하는 유역단위의 오염원 조사 및 유량관리가 필요한 것으로 판단된다. 생물분야에서는 식물, 포유류, 어패류, 양서류, 조류, 육상곤충, 저서무척추동물 군으로 분류하여 각 분야의 전문가를 활용하여 계절별로 조사하였다. 향후 생물조사의 분석과 평가는 물리·화학자료와의 상호 연계를 통한 서식처환경에 초점이 맞추어져야 하며, 조사결과를 정량화 할 수 있는 방안(종 다양성 평가지수, 종 풍부도 지수 등)을 도입하여야 할 것이다. 또한 다양한 하천환경에 대하여 본 생물조사 기법을 적용하여 적합성을 검토할 필요가 있다.

## 6. 참고문헌

1. 건설교통부 (2001). 자연 친화적 하천정비기법 개발 보고서.
2. 김한태, 우효섭 (2001). 하천 수변조사의 이해와 국내도입의 필요성, 한국수자원학회 학술발표회 논문집, 한국수자원학회, pp. 833-838.
3. 한국수자원학회 (2000). 하천설계기준.
4. Federal Interagency Stream Restoration Working Group(FISRWG) (1998). Stream Corridor Restoration-Principles, Processes, and Practices, US Department of Commerce, NTIS, Springfield, VA, USA.
5. 리버-프론트整備センター, (1991). 河川水邊の國勢調査年鑑(生物調査編, 河川空間利用實態調査編), 山海堂.
6. 리버-프론트整備センター, (1997). 河川水邊の國勢調査マニュアル, 河川版(生物調査編).