

# 하천의 보가 퇴적물에 미치는 영향

## Effects of weir on the change of sediments

조용철\*, 김경희\*\*, 우효섭\*\*\*, 오종민\*\*\*\*

Yong Chul Cho, Kyung Hee Kim, Hyo Seop Woo, Jong Min Oh

### 요 지

과거 50 년 동안 국내 보 설치 수는 매년 증가하여 왔으나, 그 증가비율은 근래 들어 감소하는 추세로, 이는 보 보다는 용수공급능력이 큰 양수장, 저수지 등 타 시설물에 의존하는 것으로 판단 할 수 있다. 더욱이 인구의 도시 집중화에 따른 농경지의 도시화, 경작 방식의 변화에 의한 비닐하우스 단지로의 변화, 시설의 노후화 등으로 매년 50 ~ 150개 정도의 보가 폐기되고 있다. 그러나 이렇게 폐기되는 보는 하천에 그대로 존치되어 하천생태통로의 단절, 수질악화, 수변 서식처 악화 등의 문제를 지속적으로 야기 시키고 있다.

실험은 문산천 검전보, 안양천 안양대교보, 기철거된 경안천 무명보에서 자연시료를 채취하여 실험 하였다. 문산천 검전보는 하천환경이 안정되고 양호한 대조구간으로 선정하였다. 안양 대교보는 도심화로 인하여 원기능을 상실하였으며 수차례에 걸친 개수가 이루어졌고 수년전까지만 해도 러브보로 인한 수질정화장치가 있었으나 효능이 약화되어 철거할 계획을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 경안천 무명보는 현재는 완전 철거된 상태이다. 경안천 무명보는 기 철거된 보의 대조구간으로 선정하였다. 보 상류의 수질 오염도가 높은 것은 정체구역에 의한 용존산소 부족과 오염저니에 의한 것으로 판단되므로, 각각의 대상보의 퇴적물 오염도를 조사하였다. 각각의 조사 지점은 검전보의 경우, 만장교를 최상류 지점으로, 검전보 상/하류, 광탄교를 최하류 지점으로 선정하여, 총 4 지점에서 채취했으며, 안양대교보의 경우 최상류지점, 보 상/하류 지점으로 총 3지점, 무명보의 경우 보 상/하류로 총 2 지점에서 채취했으며, 실험은 「Soil Method」에 준하여, 각각 입도분포, 함수율, 강열감량, COD, T-N, T-P 등을 시행하였다.

문산천 검전보 퇴적물 오염도 조사 결과, 강열감량, COD, T-N, T-P 항목에서 보 상류가 보 하류에 비해 높게 나타났으며, 각각 하류에 비해 상류가 30.76%, 16.69%, 73.13%, 18.91% 더 높게 나타났다. 안양대교보 퇴적물 조사 결과, 검전보와 마찬가지로, 강열감량, COD, T-N, T-P 항목에서 보 상류가 보 하류에 비해 33.33%, 9.23%, 24.78%, 18.56% 높게 나타났다. 기 철거된 무명보의 경우, 무명보 상류, 무명보 하류 2개 지점을 채취하였으며, 강열감량, COD, T-N 항목에서 보 상류가 보 하류에 비해 18.75%, 412.6%, 25.75% 높게 나타났다. 퇴적물 조사 결과, 강열감량, COD, T-N 항목에서 검전보, 안양대교보, 무명보 모두 보 상류의 오염도가 높게 나타났으며, 무명보를 제외한 검전보, 안양대교보는 T-P 항목에서도 보 상류의 오염도가 높게 나타나, 보 상류의 퇴적물 오염농도가 심화된 것으로 나타났다. 그러나 기철거된 무명보의 경우, 강열감량, COD, T-N, 항목에서 보 상류가 높게 나타났으나, 철거되지 않은 검전보나 안양대교보에 비해 그 차이가 크지 않은 것으로 나타났다.

### 핵심용어 : 보, 퇴적물

## 1. 서 론

보는 논밭에 물을 대기에 편리한 수면 높이를 얻고, 가뭄철에도 농업용수를 확보하며, 강하구로부터 잔물

\* 비회원.경희대학교 환경응용과학과 석사과정. E-mail : mcsinper@hanmail.net  
\*\* 비회원.국립환경과학원 한강물한강연구소 연구원. E-mail : 99strawberry@hanmail.net  
\*\*\* 정회원. 한국건설기술연구원  
\*\*\*\* 정회원. 경희대학교 환경응용화학부 교수(corresponding author). E-mail : jmoh@khu.ac.kr

이 흘러드는 것을 막고 큰물을 분산하여 물량을 조절하기 위해서 설치하는 것으로 하천에 독을 쌓아 만드는 저수시설이다. 보의 구조물에는 수로에 물을 끌어 들이는 취수문, 수위를 높이고 수량을 확보하기 위해 하천을 막아 만드는 취입보, 수문 앞에 토사의 퇴적을 막고 홍수량의 일부를 방류하기 위한 토사토(土沙吐), 홍수나 격류 등으로 보 양안의 과여집을 방지하는 호안공(護岸工) 등으로 이루어진다.보는 전국적으로 약 18,000여개의 보가 가동 존치되어 있는데 그중 높이 1.0m 이하의 보가 약 70%를 차지하며, 약 25%가 1.0~2.0m 정도 높이의 보이며, 그보다 높은 보가 약 5%를 차지하고 있다. 지역별로는 강원도가 3,800개 정도로서 전체의 약 21%를 차지하며 그 다음으로는 경상북도, 경상남도, 충청북도의 순이다. 특히, 1993년부터 2002년까지 지난 10년간 폐기된 보는 총 942개에 이르며, 1991년에는 한 해에 무려 1,184개의 보를 폐기하였다. 2002년을 기준으로 한 시도별 폐기 현황은 강원도가 약 60%를 차지하고 있으며, 경기도와 충청도가 약 10%정도를 차지하고 있다(농림부 농업기반공사, 2002).과거에 보는 취입보를 이용한 관개용수원을 많이 가지고 있는 곳일 경우 관개 용수원의 중요한 수자원일 뿐만 아니라 논·밭의 비료사용 후 부하된 오염물질이 하천으로 유입할 때 회석과 폭기 기능으로 정화작용을 하고 있다고 알려졌다(최 등, 1999). 최근 보는 기능이 다하여 폐기되거나 관리가 소홀해지면서 하천생태통로의 단절, 수질 악화, 수변 서식처 악화 등의 문제를 지속적으로 야기시키고 있다. 외국의 경우 기능이 다한 보나 소형 댐 등은 물론 일부 기능이 있는 하천 횡단 시설물을 철거하여 하천생태통로의 복원 등 하천복원을 추진하고 있는 추세이다.

따라서 현재 국내외 보의 현황 및 보 철거 기술을 조사하고, 우리나라의 조건이 다른 보를 선정하여 하천의 보가 퇴적물에 미치는 영향을 정량적으로 분석함으로써, 향후 우리나라의 보 관리방안의 방향을 제시하는데 도움이 되고자 한다.

## 2. 이론적 고찰

생태학적으로는 퇴적물은 저서생물의 부착 또는 생활할 수 있는 공간을 제공하는 수생태계의 중요한 요소로 수체와 유기적으로 연결되어 있다. 산업폐수, 생활오수, 폐기물 처리장 침출수, 도시 및 농촌의 강우 유출수에 포함되어 하천으로 유입된 유기물, 영양염류, 유해화학물질 등의 오염물질은 하류로 운반되다가 비교적 유속이 약한 하천, 호소, 하구, 해양 바닥에 침강된다. 침강된 오염물질은 일단 수중으로부터 제거되어 퇴적물 속에 축적되었다가 확산, 재부유, 생물교란 등의 생물·물리·화학적 과정에 의해 다시 수중으로 용출되어 수질 및 생태계에 직·간접적인 악영향을 미칠 수 있게 된다(이 등, 1998).

- 1) 퇴적물에 포함된 유기물이 미생물에 의해 분해 되는 과정에서 수층의 혼합이 이루어지지 않을 경우에 주위 산소가 고갈되어 퇴적물 내의 저서 생물 등의 생존에 영향을 받게 되며, 혐기성 상태에서 미생물의 분해에 의해 메탄, 황화수소 등의 유독성 가스 생성으로, 수생태계에 치명적인 악영향을 미치게 된다.
- 2) 유기물이 무산소 환경이 되면 인, 질소 등의 영양염류가 다시 무기 이온 상태로 수중에 재용출되며, 수층의 혼합으로 표층으로 이동하여, 식물성 플랑크톤으로 영양원으로 공급되어, 수층의 유기물이 증가된다.
- 3) 퇴적물에 포함된 중금속 등의 유해물질이 환경변화에 따라 생물·화학적 반응을 통해 수중으로 재용출되어 수생식물에 악영향을 미치며, 먹이 사슬을 통해 농축되어 결국 인간의 건강에도 영향을 미치게 된다.

## 3. 재료 및 방법

### 1). 조사지역 개요

본 조사는 보가 퇴적물에 미치는 영향을 파악하기 위하여 현장 조사 및 생태적/물리적인 관점에서 4개의 조건이 다른 보를 선정하여 보 상/하류의 퇴적물 조사를 실시하였다.

< 표 1-1 > The explanation of Study Weirs

	환 경 조 건	지 정 보
Case 1	보가 조성되어 상당기간 시일이 경과한 후 상류부와 하류부에 나뉠대로의 생태환경 및 경관이 매우 양호하게 조성되어 있는 보	문산천 검전보
Case 2	보는 기능을 상실하였고, 수질 및 상류부 퇴적에 의하여 물리적 변화가 요구되는 것으로 보이며 수변의 생태환경도 양호하지 못한 보	안양천 안양대교보
Case 3	보의 기능은 상실하였지만 양호한 생태환경을 유지하고 있는 보	안양천 연현보
Case 4	철거한지 얼마 지나지 않은 곳을 대상으로 철거한 후부터의 수질 및 저질 변화 분석을 위한 보	경안천 무명보

## 2). 퇴적물 채취 방법

퇴적물은 현장에서 한 지점당 2 ~ 3 곳에서 채취하였으며, 깨끗한 1 L 폴리에틸렌 병에 2/3 정도 채운 후, 밀폐하여 실험실로 이동하여 2.0 mm 표준체를 이용하여 잔돌과 동·식물 파편 등의 험잡물을 제거 후 균일하게 혼합시켜 사용하였다.

< 표 1-2 > Sediment analysis items and methods

항목	분석 방법	비고
함수율	Soil Standard method	
강열함량	Soil Standard method	
COD	Soil Standard method	
TN	자외선 흡광광도법 (OPTIZEN 2120 UV)	
TP	Soil Standard method	
입도분포	건식 체질법 & 입도측정장치	

## 4. 결과 및 고찰

지점별 퇴적량과 항목별 농도를 < 표 4-1 >에 나타냈다. 퇴적속도와 항목별로 분석된 부하량과 유역면적을 계산하여 조사지점별 퇴적량을 산정하여 나타내었다. 산정한 결과는 퇴적속도 측정을 위해 설치된 24시간 동안 발생되어질 수 있는 분해량을 고려하지 않았기 때문에 실제의 퇴적량보다 과소평가되어 나타내어질 수 있다. 각각의 보의 길이가 하천의 횡단길이이므로 유역면적은 보의 길이와 직각으로 잰 거리(10 m)의 곱으로 유역면적을 산정하였다.

< 표 4-1 > Sedimentation rates according to study spots

지 점	퇴적속도 (mg/m <sup>2</sup> /d)	COD (mg/kg)	TN (mg/kg)	TP (mg/kg)
K-10 m	27.8	1,759	1,745	42
K-20 m	16.3	1,812	1,654	37
K-30 m	4.4	1,705	1,327	40
K-40 m	44.2	1,541	1,408	41
K-50 m	13.4	1,204	841	38
A-10 m	104.6	1,864	1,004	19.4
A-20 m	217.4	1,748	984	16.7
A-30 m	68.0	1,694	675	17.1
A-40 m	35.0	1,574	702	15.7
A-50 m	46.6	1,045	684	14.8
M-10 m	50.1	3,765	1,518	57
M-20 m	35.3	2,674	1,087	39
M-30 m	46.3	2,571	997	32
M-40 m	41.7	2,941	1,023	37
M-50 m	41.7	2,846	834	33

< 표 4-2 > The amount of sediments in a day according to study spots

(단위 : mg/day)

지 점	COD	TN	TP	퇴적량
K-10 m	29.3	29.1	0.70	16,676
K-20 m	17.8	16.2	0.36	9,804
K-30 m	4.5	3.5	0.11	2,628
K-40 m	40.9	37.3	1.09	26,531
K-50 m	9.7	6.8	0.31	8,035
A-10 m	78.0	42.0	0.81	41,834
A-20 m	152.0	85.6	1.45	86,949
A-30 m	46.1	18.3	0.47	27,202
A-40 m	22.1	9.8	0.22	14,015
A-50 m	19.5	12.7	0.28	18,621
M-10 m	95.9	38.7	1.45	25,472
M-20 m	47.2	19.2	0.69	17,657
M-30 m	60.0	23.1	0.74	23,156
M-40 m	61.3	21.3	0.77	20,840
M-50 m	59.3	17.3	0.69	20,840

## 5. 결 론

우리나라의 보는 하천수위를 유지하거나 농업용수를 취수할 목적으로 하도 내에 설치되었다. 얼마 전까지 보는 수질측면에서 어느 정도 정화효과가 있는 것으로 알려져 왔었다. 그러나 최근 토지이용의 변화, 시설의 노후화, 취수시설물의 통합 등의 이유로 보의 기능이 다하거나 폐기되는 보가 늘어나면서 보의 관리가 이루어지지 않아 보의 상류에 퇴적되는 오염된 저니가 하천수질을 악화시킨다고 알려져 있으나, 그것에 관한 연구는 이루어지지 않고 있다. 따라서, 보가 수질에 미치는 영향을 분석하기 위하여 4개의 대조 보를 선정하여 퇴적물 조사를 실시하였다.

### 1). 퇴적물 조사 결과

수질조사 결과 보 상류의 수질이 더 악화되어 있는 것으로 나타났으며, 그 원인으로 지적되는 오염 저니에

관한 조사를 위하여 퇴적물 조사를 실시하였다. 퇴적물 조사 결과, 수질 조사 결과와는 달리 4개의 보에서 모두 비슷한 양상을 보였다. 수질 조사의 경우보다 보 상류의 오염이 다른 지점에 비해 더 뚜렷이 높게 나타났다. 수질조사 결과 지점별 농도가 비슷하게 나타났던 Case 4의 경우에도 보 상류의 오염농도가 높게 나타났다. 정체구역을 형성하고 있는 보 상류지역을 대상으로 퇴적속도 조사를 실시하였으며, 이를 통해 보로 인해 퇴적 속도가 빨라지는 것을 수치로 확인했으며, 보가 상류지역의 몇 미터 지점까지 영향을 미치고 있는지를 확인할 수 있었다. Case 1, Case 2, Case 4 에서 퇴적속도를 측정하였는데 Case 1의 경우 보 상류로부터 10m, 40m 지점에서 퇴적량이 높게 나타났으며 이는 보로 인한 영향(10m) 과 수생식물에 의한 영향(40m) 인 것으로 판단됐다. Case 2의 경우 보 상류로부터 20m 지점에서 퇴적량이 높게 나타났으며, 이는 10m 지점과 20m 지점의 수심의 차이로 인한 것으로 추정됐다. Case 4의 경우 아직까지는 보 상류로부터 10m 지점이 가장 높게 나타났으나, 모든 지점의 퇴적속도 수치가 비슷하게 나타났다.

## 2). 입자크기별 농도분석

유기물 함량을 나타내는 강열감량, COD의 경우 입자크기가 작을수록 농도가 높은 것으로 나타났다. 그러나 TN, TP 농도 결과 입자크기별 농도차를 볼 수 없었으며, 입자를 더 세분화하여 실험할 필요가 있었다.

## 3). 퇴적량 산정

각 지점별로 퇴적속도와 퇴적물의 COD, TN, TP 농도를 통해 하루 퇴적량을 산정하였다. 퇴적량을 통해 향후 보의 관리에 자료가 될 수 있을 것이라 판단된다.

## 4). 준설여부

현재 국내 퇴적물 제거 기준과 비교하여 보 상류부의 준설여부를 검토하였다. 준설범위 내에 있는 지점은 없었으나, 보의 특성상 하천의 직접적인 영향을 주므로, 더 엄격한 기준이 필요할 것으로 사료된다.

## 감 사 의 글

본 연구는 한국건설기술연구원의 지원으로 수행되었으며, 제게 많은 가르침을 주셨던 오종민교수님과 선배님들께 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 국립국어연구원, 표준국어대사전, pp.6442, 1999.
2. 경기도 문산천 하천정비기본계획, 1989.
3. 건설교통부 서울지방국토관리청,문산천(직할하천) 하천정비기본계획, 1987.
4. 건설교통부 서울지방국토관리청,안양천 하천정비기본계획(보완), 2002.
5. 건설부, 경안천 하천환경관리기본계획(사례연구), 1991.
6. 농림부 농업기반공사, 농업생산기반정비사업통계연보, 2002.
7. 농어촌진흥공사 농어촌연구원, 삼교지구 유입하천·호소 퇴적물 조사 및 강우시 수질조사, 1999.
8. 박영동, 오염된 퇴적물 준설을 위한 퇴적물 환경기준 설정에 관한 연구, 강원대학교 석사학위 논문, pp. 48, 1998.
9. 우효섭, 윤병만, 조강현, 기능을 상실한 보의 철거를 통한 하천생태통로 복원과 하천재해 예방 연구방향, 한국수자원학회, 한국수자원학회지 Vol. 37, pp. 99 ~ 109, 2004.
10. 이창희, 김은정, 호소 및 하천 오염퇴적물 관리방안, 1998.
11. 이창희, 유혜진, 수저퇴적물 환경기준 개발에 관한 연구, 2000.
12. 한국건설기술연구원, 기능을 상실한 보 철거를 통한 하천생태통로 복원 및 수질개선 효과 1차년도 중간 보고서, 2005.
13. 환경처, 팔당호퇴적물준설사업 환경영향평가, pp. 674, 1993.